

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO
ESSENCIAL DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) EM FUNÇÃO DE
REGULADORES VEGETAIS**

ADRIANA PACHECO BARREIRO

**PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES
ORIENTADOR**

**Dissertação apresentada ao Instituto
de Biociências, Câmpus de Botucatu,
UNESP, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas
(Botânica), AC: Fisiologia Vegetal.**

**BOTUCATU – SP
-2006-**

Aos meus pais, Terezinha Pacheco Barreiro e Milton Claudinei Barreiro,

O momento que vivo agora é fascinante e só existe porque vocês se doaram em silêncio e aceitaram viver comigo o meu sonho. Presentearam-me com a riqueza do estudo e fizeram de mim não apenas profissional, mas sobretudo ser humano. Queridos pais, a emoção me cala, ficando a certeza de que hoje lhes ofereço essa vitória, pois tudo o que tenho feito é receber. Muito obrigada pelo amor, incentivo e por sempre tornar realidade todos os meus sonhos.

Aos meus irmãos, Daniela Pacheco Barreiro e Rafael Pacheco Barreiro, por toda a amizade, apoio e companheirismo.

Aos meus avós, Alceu Pacheco e Eugênia Ribeiro Pacheco, pelo exemplo de vida e por tudo o que fizeram por mim.

Ao meu namorado, Fábio Suano de Souza, por todo amor, dedicação e por tornar minha vida mais feliz, e que, mesmo durante o tempo distante, esteve sempre presente. Obrigada por fazer parte da minha vida que, sem você, jamais seria completa.

Ao Prof. Dr. João Domingos Rodrigues e à Prof^{ta} Dr^a Elizabeth Orika Ono, O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis. A vocês, o meu respeito, amizade, afeto e eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência e pelas bênçãos em minha vida.

Ao Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, pela orientação, confiança e amizade durante todo esse tempo.

À Prof^ª Dr^ª Elizabeth Orika Ono, pela co-orientação, amizade e apoio durante a realização deste trabalho.

À Prof^ª Dr^ª Carmen Sílvia Fernandes Boaro, pela amizade e consideração durante todos esses anos.

Ao Prof. Lin Chau Ming, pela disponibilidade de usar o Laboratório de Plantas Medicinais para a realização da extração do óleo essencial.

À Prof^ª Dr^ª Márcia Ortiz Mayo Marques e ao Prof. Dr. Alberto Cavalheiro, pelo auxílio na realização das análises químicas do óleo essencial.

À Prof^ª Dr^ª Sheila Zambello de Pinho, pelo auxílio prestado nas análises estatísticas.

Ao auxiliar acadêmico do Departamento de Botânica, José Eduardo Costa, pela amizade e por todo auxílio prestado durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Botânica e da Seção de Pós-graduação, pela disponibilidade e amizade.

À Universidade Estadual Paulista e ao corpo docente do Departamento de Botânica, pela oportunidade de realizar este curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

Aos amigos Valdir Zucareli e Flávia Bonamin, pela amizade e grande ajuda prestada durante a realização deste trabalho.

Aos amigos Leonardo, Juliana De Fázio, Leandro, Lina, Jefferson, Tatiane, Yara, Mônica e João pela amizade e convivência.

Enfim, a todos que, de alguma maneira, colaboraram para a realização deste trabalho.

Eu agradeço

ÍNDICE

1. RESUMO.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
5. CAPÍTULO 1 Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de <i>Ocimum basilicum</i> L.	19
6. CAPÍTULO 2 Análise de crescimento de plantas de manjeriço (<i>Ocimum basilicum</i> L.) submetidas a reguladores vegetais.....	36
7. CAPÍTULO 3 Rendimento e composição do óleo essencial de manjeriço (<i>Ocimum basilicum</i> L.) em função da aplicação de reguladores vegetais.....	51
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
9. CONCLUSÕES.....	69
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
11. APÊNDICES.....	84

BARREIRO, A.P. **Produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função de reguladores vegetais.** 2006. 96p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RESUMO – Pertencente à família Lamiaceae, *Ocimum basilicum* L. é uma planta aromática, originária da Ásia e norte da África, muito utilizada na medicina, indústria alimentícia e farmacêutica. Este estudo objetivou avaliar o efeito de reguladores vegetais na produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial produzido pela espécie *Ocimum basilicum* L., bem como, o horário de retirada do material vegetativo no teor de óleos essenciais. Para tanto, os experimentos foram instalados em casa de vegetação do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos contendo quatro repetições. Os tratamentos consistiram de reguladores vegetais tais como ácido giberélico (GA_3) a 100 mg L^{-1} , ácido 2-cloroetil-fosfônico (ethephon) a 100 mg L^{-1} , cinetina a 100 mg L^{-1} e testemunha. A aplicação dos reguladores vegetais, via foliar, foi realizada em três épocas, com intervalos de 20 dias. Foram instalados dois experimentos, sendo o primeiro utilizado para avaliar o rendimento e composição de óleos essenciais da parte aérea e das inflorescências, em dois horários de coleta, e o segundo para avaliar as variáveis de crescimento das plantas. No primeiro experimento, aos 90 dias após a semeadura, foi coletada toda a parte aérea das plantas, separando-se as inflorescências da parte aérea (folha mais caule), de uma planta às 10 e às 17 horas. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no aparelho tipo Clevenger, durante três horas. O rendimento do óleo essencial foi calculado em folhas mais caule e inflorescências (botão floral, flores em antese e frutos). Foi realizada a análise da composição química dos óleos essenciais em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massa. No segundo experimento foram realizadas cinco coletas, aos 50, 64, 78, 92 e 106 dias após a semeadura para a determinação da altura, área foliar, massa seca de folha, caule, raiz e total das plantas. Para a análise de crescimento foram determinados os índices fisiológicos de taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), razão de área foliar (RAF), taxa assimilatória líquida (TAL) e área foliar específica (AFE). Para tanto, as plantas foram, cuidadosamente, retiradas dos vasos, com menor prejuízo das raízes e separadas em raiz, caule e folhas. As diferentes partes das plantas foram submetidas à secagem em estufa a 70°C até obtenção de massa seca constante. Da análise dos resultados pode-se inferir que plantas tratadas com ethephon apresentaram os maiores rendimentos de óleo essencial, enquanto que as plantas tratadas com GA_3 apresentaram os menores rendimentos. A coleta realizada às 10 horas foi a que apresentou os maiores rendimentos de óleo essencial. O óleo essencial era composto por linalol, geraniol, eugenol, α -guaieno, germacreno D, (E,E)- α -farneseno e epi- α -cadinol. O tratamento com cinetina aumentou o conteúdo de linalol e eugenol enquanto que o tratamento com ethephon aumentou o conteúdo de eugenol. Plantas cultivadas na presença de cinetina apresentaram maior desenvolvimento, avaliado pela altura, área foliar, massa seca de folha, de caule, de raiz e total das plantas. Além disso, as plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores valores para os índices fisiológicos, apresentando assim maior desenvolvimento, devido ao aumento da área foliar e massa seca causado por esse regulador.

Palavras-chave: ácido giberélico, ethephon, cinetina, óleo essencial, desenvolvimento.

ABSTRACT

Biomass production, essential oil yield and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) as affected by plant growth regulators.

Ocimum basilicum L. belongs to the Lamiaceae family and is an aromatic plant from Asia and North Africa used most in medicine, food and pharmaceutical industry. This research aimed to evaluate the effect of plant growth regulators on biomass production, essential oil yield and composition by *Ocimum basilicum* L. species, as well as, the time for vegetative material harvest on essential oils tenor. To this effect, the experiments were carried out in a greenhouse in the Botany Department, Bioscience Institute, São Paulo State University, UNESP, Botucatu, SP, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with four treatments and four replications. The treatments were constituted by the following plant growth regulators: gibberellic acid (GA₃), 2-chloroethyl-phosphonic acid (ethephon), kinetin, all of them at 100 mg L⁻¹, and a control without plant growth regulator. The leaf application of the plant growth regulators was accomplished in three times in intervals of 20 days. Two experiments were installed, being the first used to evaluate essential oil yield and composition of shoot and inflorescences, in two harvest times and the second, to evaluate the plants growth parameters. In the first experiment, 90 days after planting, the whole shoot was harvested in two moments, at 10 and 17 o'clock and separated in inflorescences and leaves plus stems. Essential oil extraction was accomplished by hydrodistillation, using a Clevenger machine, for three hours. The essential oil yield was calculated in leaves plus stems and inflorescences (flower bud, flowers in anthesis and fruits). The chemical oil essential composition was accomplished in a gas chromatograph attached to a mass spectrometer. In the second experiment, five harvests were accomplished at 50, 64, 78, 92 and 106 days after planting for the determination of height, leaf area, dry weight of leaf, stem, root and total plants. For the growth analysis, physiologic indexes were determined, such as: absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR), leaf area ratio (LAR), net assimilation rate (NAR) and specific leaf area (SLA). Plants were carefully taken from the pots and the roots were separated from shoot (stem and leaves). The parts of the plants were dried into an oven at 70°C until constant weight. Through the analysis of the results it is possible to affirm that plants treated with ethephon showed the highest essential oil yield, while plants treated with GA₃ had the lowest yield. The harvest accomplished at 10 o'clock showed the highest essential oil yield. The essential oil was composed by linalool, geraniol, eugenol, α -guaien, germacren D, (E,E)- α -farnesen and epi- α -cadinol. The treatment with kinetin increased linalool and eugenol content while the treatments with ethephon increased eugenol content. Plants grown in the presence of kinetin showed greater development, evaluated by height, leaf area, dry weight of leaf, stem, root and total plants. Besides, plants treated with kinetin had the highest values for the physiologic indexes, showing greater development due to the leaf area and dry matter increment caused by this plant growth regulator.

Keywords: gibberellic acid, ethephon, kinetin, essential oil, development.

INTRODUÇÃO

As plantas utilizadas como condimentos possuem valor na culinária e, praticamente, todas essas espécies são classificadas como plantas medicinais ou aromáticas e nas últimas décadas, tendo em vista o encarecimento dos remédios alopáticos ou a resistência dos patógenos a esse tipo de medicamento, o consumo de fitoterápicos, medicamentos à base de plantas, tem aumentado. Além disso, as pesquisas nas áreas farmacológicas e médicas, confirmando a eficácia de muitas dessas plantas, favoreceram a maior credibilidade no uso destas.

As plantas medicinais, incluindo as condimentares, ainda são pouco pesquisadas e inúmeras destas plantas não têm recebido atenção sobre certos aspectos como a forma mais adequada de propagação, espaçamentos, exigências nutricionais ou época de colheita. Além disso, tampouco se sabe sobre a fisiologia e bioquímica destas plantas.

As plantas da família Lamiaceae possuem importância econômica, pois são utilizadas como medicinais, condimentos, aromáticas e ornamentais. Alguns exemplos de plantas dessa família são: sálvia (*Salvia officinalis* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) e manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) (Judd et al., 1999).

Os manjeriços, pertencentes ao gênero *Ocimum*, são plantas classificadas como condimentares, medicinais ou aromáticas que podem ser utilizadas como condimentos, repelentes e como substâncias que entram na composição de cosméticos, perfumes e medicamentos. Apesar de todas essas formas de uso essas plantas foram pouco estudadas quanto ao seu cultivo.

Entre todas as espécies do gênero *Ocimum*, a que tem a maior importância econômica é *Ocimum basilicum* L., que é cultivado em todo o mundo. Suas folhas aromáticas são usadas frescas ou secas como essência para culinária, produtos de confeitaria e bebidas. Tradicionalmente, as plantas têm sido empregadas na medicina como carminativo, estimulante e por possuir propriedades antiespasmódicas. O óleo essencial é principalmente usado nas indústrias alimentícia, farmacêutica e perfumaria (Prasad et al., 1985) e alguns de seus componentes, como 1,8-cineol, linalol e cânfora, são biologicamente ativos (Morris et al., 1979). Além disso, alguns componentes, como cânfora e 1,8-cineol, são considerados agentes alelopáticos (Rice, 1979).

Os óleos essenciais, também chamados óleos voláteis, etéreos ou simplesmente essências, são encontrados em várias partes das plantas (Tyler et al., 1988; Simões et al., 1999). As substâncias odoríferas foram consideradas por muito tempo como “desperdício

fisiológico” ou produtos de desintoxicação, como também eram vistos os produtos do metabolismo secundário. Atualmente, considera-se a existência de funções ecológicas, como por exemplo a inibição da germinação, proteção contra predadores e atração de polinizadores (Simões et al., 1999).

Os reguladores vegetais influenciam a resposta de muitos órgãos da planta, mas essa resposta depende da espécie, da parte da planta, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre os outros reguladores e vários fatores ambientais. Esses reguladores estão envolvidos nos processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal (Salisbury & Ross, 1992).

Em relação às plantas medicinais ou aromáticas, os reguladores vegetais manipulam o crescimento dessas, resultando em melhora tanto na qualidade quanto na quantidade dos óleos essenciais. Contudo, estudos são necessários para melhorar a produção comercial dos óleos essenciais (Shukla & Farooqi, 1990).

A aplicação foliar de GA₃ em plantas de *Pogostemon cablin* promoveu o aumento do número de folhas, área foliar, massa fresca de folhas e rendimento de óleo essencial (Misra, 1995). Das et al. (1999) estudando plantas de *Salvia splendens* obtiveram aumento da altura, comprimento do internó e número de folhas quando essas plantas foram tratadas com GA₃ a 100 mg L⁻¹.

A aplicação de ethephon em plantas de *Impatiens balsamina* L. retardou o crescimento das plantas em dois cultivares dessa espécie (Tamari et al., 1998), porém Singh et al. (1999), estudando plantas de *Mentha spicata* tratadas com esse mesmo regulador, obtiveram aumento significativo no teor de óleo essencial.

Plantas de *Lawsonia inermis* L. tratadas com cinetina apresentaram aumento na altura, produção de flores, massa fresca e seca de folhas e rendimento de óleo essencial (Khandelwal et al., 2002). Youssef & Talaat (1998) obtiveram aumento significativo da altura, número de ramificações, massa fresca e seca de plantas de *Lavandula officinalis* quando tratadas com cinetina. Além disso, a composição química do óleo essencial foi influenciada, diminuindo o teor de 1,8-cineol e cânfora e aumentando o teor de linalol.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de reguladores vegetais, como GA₃, ethephon e cinetina, na produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial produzido pela espécie *Ocimum basilicum* L., bem como, o horário de retirada do material vegetativo no teor de óleos essenciais.

REVISÃO DE LITERATURA

1. O estudo das plantas medicinais

Os produtos químicos produzidos pelos vegetais podem ser divididos em dois grandes grupos. Os primeiros, essenciais a todos os seres vivos, são os metabólitos primários, em que estão incluídos os lipídeos, os protídeos e glicídeos. Já os metabólitos secundários apresentam estruturas complexas, baixo peso molecular, representam a fonte de substâncias farmacologicamente ativas devido à presença de marcante atividade biológica e, ao contrário dos metabólitos primários, são encontrados em baixas concentrações nas plantas (Bourgaud et al., 2001; Simões et al., 2001).

Os compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas foram considerados durante muito tempo como produtos de excreção do vegetal, mas atualmente são reconhecidos como estando diretamente envolvidos nos mecanismos de adequação do vegetal a seu meio, podendo exercer funções ecológicas, atuando na inibição da germinação, proteção contra predadores e atração de polinizadores (Bourgaud et al., 2001; Simões et al., 1999).

Esses compostos, de origem vegetal e com propriedades biologicamente ativas, têm feito parte de toda a evolução humana e, há milhares de anos, representa um meio de manutenção da saúde para centenas de comunidades no mundo todo. Atualmente, cerca de 88% da população mundial recorre aos derivados vegetais como primeira alternativa para tratar e combater doenças. Cento e dezenove metabólitos secundários derivados de plantas são usados mundialmente como drogas, 15% de todas as angiospermas têm sido investigadas quimicamente e, destas, 74% mostraram-se possíveis fontes de compostos farmacologicamente ativos (Samy et al., 1999).

2. Família Lamiaceae

A família Lamiaceae pertence à subclasse Asteridae e à ordem Lamiales (Cronquist, 1981) e possui aproximadamente 300 gêneros e 7500 espécies e, no Brasil, ocorrem 26 gêneros e cerca de 350 espécies (Souza & Lorenzi, 2005). Muitos desses gêneros, distribuídos por todo o mundo, foram trazidos ao Brasil pelos colonizadores e se aclimataram facilmente, sendo cultivados em hortas e jardins, como o gênero *Ocimum* (alfavaca), *Lavandula* (alfazema), *Mentha* (hortelã-pimenta), *Origanum* (orégano), *Majorana* (manjerona),

Rosmarinus (alecrim) e *Salvia* (sálvia) (Joly, 1993). Todos compartilham uma importante característica desta família que é a presença de cheiro intenso conferido pela presença de óleos essenciais (Martins et al., 1998).

Em geral, as plantas da família Lamiaceae são herbáceas ou arbustivas, com folhas opostas e inteiras. As flores são pequenas ou grandes, reunidas em inflorescências, quase sempre axilares. Apresentam flores diclamídeas, hermafroditas, pentâmeras, fortemente zigomorfas e bilabiadas; com dois ou quatro estames; ovário súpero, bicarpelar, bilocular, com dois óvulos por lóculo e falsamente tetralocular por invaginação dos carpelos. O fruto é do tipo baga e suas sementes raramente possuem endosperma e, quando este aparece, é escasso (Barroso, 1986; Joly, 1993; Heywood, 1993; Souza & Lorenzi, 2005).

As espécies da família Lamiaceae, segundo Fahn (1988) e Metcalfe & Chalk (1979), são caracterizadas pela presença de numerosos tricomas glandulares e não glandulares, cobrindo a maior parte dos órgãos aéreos. Os tricomas glandulares, geralmente, apresentam uma ou mais células basais, uma ou mais células pedunculares (pescoço) que podem ser pequenas ou alongadas, uma célula colar e uma a dezesseis células apicais (cabeça). Esses mesmos autores relatam que a célula colar é caracterizada por ser mais estreita que todas as outras constituintes do tricoma. Os tricomas não glandulares podem ser unisseriados, ramificados ou em tufos.

Em folhas de *Ocimum basilicum* L., os estudos realizados por Werker et al. (1993) revelaram a presença de tricomas glandulares dos tipos peltado e capitado. O tipo peltado é formado por uma célula basal, uma peduncular e quatro células apicais; e o tipo capitado, por uma célula basal, uma célula peduncular e uma ou duas células apicais.

Hay & Svoboda (1993) definem tricomas glandulares como apêndices epidérmicos que ocorrem em vários órgãos vegetais. Citam, na mesma obra, que o tricoma é responsável pela síntese e armazenamento dos compostos terpênicos e afirmam também, que há evidências de que a quantidade de óleo recuperada de uma folha está correlacionada com o número de glândulas peltadas nas folhas e todo o óleo volátil está contido nos tricomas.

3. O gênero *Ocimum*

O gênero *Ocimum*, da família Lamiaceae, é uma importante fonte de óleos essenciais, sendo usado na medicina popular de praticamente todos os continentes (Vieira & Simon, 2000).

Khosla & Sobti (1985) afirmam que o gênero *Ocimum* é melhor representado nas regiões mais quentes dos hemisférios, em locais que possuem altitude de no máximo 1800 m e que o maior número de espécies ocorrem nas florestas tropicais da África, continente considerado como centro de diversidade, assim como América do Sul e Ásia.

Tradicionalmente, as espécies de *Ocimum*, no Brasil, são usadas para tratamentos contra febre e males estomacais, analgésicos, estimulantes, emenagogos e eméticos (Corrêa, 1984).

Vieira & Simon (2000) caracterizaram quimicamente os tipos de *Ocimum* encontrados em mercados e usados na medicina popular brasileira. Foram coletados 14 acessos assim distribuídos: *Ocimum americanum* L., *Ocimum basilicum* L., *Ocimum campechianum* L., *Ocimum gratissimum* L. e *Ocimum selloi* Benth. Em pleno florescimento foram coletados e seus óleos essenciais extraídos por hidrodestilação (Aparelho tipo Clevenger). Os rendimentos obtidos variaram de 0,3 a 3,6%. Quimicamente *O. gratissimum* mostrou alto percentual de eugenol (40-66%) e timol (31%), *O. campechianum* revelou alto teor de 1,8-cineol (62%) e β -cariofileno (78,7%), para *O. basilicum* foram encontrados os seguintes constituintes: 1,8-cineol (22%), linalol (49,7%) e metil chavicol (47%) ou cinamato de metila (65%).

4. A espécie *Ocimum basilicum* L.

O nome *Ocimum* deriva da palavra grega *ókimom*, que significa perfumado, referindo-se ao forte odor de suas folhas, sendo *O. basilicum* de origem italiana e pertencente à família Lamiaceae (Terpó, 1992; Bustamante, 1993; Bown, 1995; Vidal & Vidal, 2000).

Apesar dos inúmeros sinônimos populares, os mais adequados para *O. basilicum*, considerando o objetivo de se diferenciar dos manjericões mais utilizados, são: manjericão-italiano e alfavaca-italiana. Deve-se ressaltar que na literatura é comum referir-se ao manjericão mais comum no Brasil e que possui folhas menores, também como *O. basilicum* ou como *O. basilicum* var. *minimum* (Furlan, 2000).

Também conhecida como basilico é uma planta anual ou perene, herbácea, com caule ereto e ramificado e altura de 40 a 50 cm, podendo ultrapassar 100 cm, em ótimas condições edafoclimáticas e as flores, dependendo da variedade, são de cores branca, rósea, branco-amarelada, avermelhada, lilás ou levemente púrpura, dispostas em espigas ou racemos curtos. As folhas possuem de 2,5 a 7,5 cm de comprimento, são carnudas, pecioladas, opostas, ovadas, inteiras ou obscuramente dentadas e glabras e em uma variedade são encrespadas e os

frutos são aquênios, que resultam em sementes oblongas, preto-azuladas e pequenas (von Hertwig, 1991).

Na espécie *O. basilicum* o tamanho das sementes varia de 2,0 a 2,9 mm de comprimento por 1,2 a 1,9 mm de largura e há presença de mucilagem recobrando-a (Darrah, 1974). Gupta (1996) relata que para algumas variedades a formação das sementes se dá no 180º dia e o máximo rendimento do óleo essencial das variedades foi obtido entre o 180º e o 240º dia. Hay & Waterman (1993) citam que a germinação de sementes é mais rápida e uniforme em temperaturas entre 24 e 30°C, concluindo também que na germinação, temperatura baixa é mais prejudicial do que a alta.

Com relação ao clima, von Hertwig (1991) cita que *O. basilicum* prefere clima ameno ou quente e ainda úmido; não tolera temperaturas frias e muito menos geadas; quanto mais baixa a temperatura durante o seu ciclo, menor a planta; e que tempo nebuloso ou chuvoso, pouco antes do corte, diminui o teor de óleo essencial.

Há numerosas variedades ou formas cultivadas que se diferenciam pelo tamanho e cor das folhas, flores, inflorescência, assim como, o aroma de suas folhas e ramos (Fuentes & Granda, 1997). Bown (1995) cita que as folhas do cultivar Genovese possuem coloração verde-escura, comprimento de cerca de 5 cm e altura variando entre 45 e 60 cm.

5. Óleos essenciais

A ISO (International Standard Organization), citada por Simões & Spitzer (2000), define óleos voláteis como os produtos obtidos de partes das plantas através de destilação por arraste com vapor d'água, bem como, os produtos obtidos por expressão dos pericarpos de frutos cítricos, sendo que de forma geral são substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas e, também, podem ser chamados de óleos essenciais, óleos etéreos ou essências. Além disso, os óleos essenciais têm como características o odor e sabor (Silva et al., 1998; Simões & Spitzer, 1999; Silva & Casali, 2000) e são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos (Akisue, 1972; Cecy, 1989).

Embora a maior utilização ocorra como condimentos e aromatizantes de alimentos e bebidas e cosméticos como perfumes e produtos de higiene, as drogas vegetais ricas em óleos voláteis também são empregadas, *in natura* em fármácias, para a preparação de infusões e/ou sob a forma de preparações galênicas simples. Muitos óleos voláteis são também utilizados em função de suas propriedades terapêuticas e para a aromatização de formas farmacêuticas destinadas ao uso oral (Valmorbida, 2003).

Seus constituintes variam desde hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas, até compostos com enxofre, sendo os óleos obtidos classificados como fitogênicos. Na mistura, tais compostos apresentam-se em diferentes concentrações e, normalmente, um deles é o composto majoritário, existindo outros em menores teores e alguns em baixíssimas quantidades (Simões & Spitzer, 2000). Entretanto, a composição química dos óleos essenciais difere entre genótipos da mesma espécie e está sob controle de fatores genéticos e ambientais (Charles & Simon, 1990), que influenciam na produção qualitativa e quantitativa do óleo essencial (Franz, 1993).

Nos animais, Zelnik et al. (1978) verificaram que os óleos essenciais possuem várias atividades biológicas, podendo ter ação anestésica, analgésica, antibiótica, expectorante, espasmolítica e diurética. Esses mesmos autores relataram que, nos vegetais, os óleos essenciais são considerados como repelente e inseticida, atuam na redução da transpiração e na estocagem de cereais e sementes.

De acordo com Mann (1995), os metabólitos isolados de fontes naturais não são necessariamente aqueles que estão presentes nos tecidos vivos. Os processos de extração e purificação causam mudanças químicas devido à exposição ao oxigênio, solventes, mudanças de pH, entre outros fatores. Processos de infecção microbiana também podem conduzir à produção de diferentes metabólitos, sendo a presença de determinados metabólitos característica do estado orgânico em que se encontra o organismo.

6. Óleos essenciais em *Ocimum basilicum* L.

Ruberto et al. (1991) obtiveram o primeiro relato da presença, no óleo de *O. basilicum*, da dihidrotagetona (com teor de 82%). Para a mesma espécie, cultivada na Turquia, Ozek et al. (1995) obtiveram seis componentes que representaram 90% do óleo essencial e linalol, metil cinamato e 1,8-cineol foram os principais constituintes, enquanto que para Martins et al. (1995) os principais constituintes foram timol, estragol, metil chavicol, linalol, cânfora e taninos e para Corrêa et al. (1998) a essência contém cânfora, cineol, estragol, lineol, linalol, flavonóides e outros terpenos.

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

Em quantidades inferiores a 1%, o mesmo autor encontrou α -pineno, canfeno, β -pineno, sabineno, mirceno, α -terpineno, limoneno, terpinoleno, cânfora e β -cariofileno.

Bisset (1994) cita que o óleo de manjeriço-italiano pode variar de 0,04 a 0,70% e os principais componentes são linalol (alguns quimiotipos com até 75% do óleo), metil chavicol (com até 87%) e eugenol (até 20%). Também encontraram outros monoterpenos (ocimeno e cineol), sesquiterpenos e fenilpropanóides (incluindo o metil cinamato).

Grayer et al. (1996), pesquisando acessos de *O. basilicum*, obtiveram como principais constituintes: linalol, geraniol, geranial, metil chavicol, eugenol e metil eugenol.

Teixeira et al. (2000), analisando duas variedades de *O. basilicum*, as quais denominaram como variedade de folha larga e variedade de folha estreita, obtiveram como principais componentes linalol (42,07 e 52,57%), trans-bergamoteno (14,04 e 12,82%), 1,8-cineol (7,92 e 2,25%), epi- α -cadinol (5,71 e 6,81%), γ -cadineno (3,52 e 4,39%), germacreno D (2,62 e 2,98%), eugenol (2,84 e 0,78%), trans- α -farneseno (1,93 e 2,85%) e metil eugenol (0,65 e 1,68%), respectivamente para variedades de folhas largas e folhas estreitas.

Zollo et al. (1998), utilizando a planta toda na hidrodestilação, concluíram que os componentes, em quantidades superiores a 40%, foram álcoois e óxidos e 13,5% de componentes aromáticos em quantidade considerável.

Com relação ao rendimento do óleo essencial, Chiej (1988) citou que é em média 1,5% em *O. basilicum* enquanto que Viturro et al. (1997) conseguiram, experimentalmente, 0,17% de óleo na matéria fresca e 68,5% de linalol no óleo essencial.

Charles & Simon (1990) ao extraírem óleo essencial de folhas, flores e ramos de *O. basilicum*, *O. kilimandscharicum* e *O. micranthum*, através de extração por solvente orgânico, hidrodestilação, destilação por arraste a vapor e por CO₂ líquido, observaram que o rendimento do óleo foi maior no arraste a vapor do que na hidrodestilação e não foram observadas diferenças significativas entre as amostras frescas e secas no rendimento do óleo e na concentração relativa das principais substâncias. Além disso, ambos os métodos resultaram em altos rendimentos e bom reconhecimento dos constituintes. Constataram ainda que, a hidrodestilação é mais rápida e considerada de técnica mais simples do que o arraste a vapor e permite a extração do óleo essencial quando este último não é acessível.

Elisabeth & Amparo (1999), estudando a influência de métodos de isolamento de compostos químicos em três espécies de *Ocimum* (*O. americanum*, *O. basilicum* e *O. minimum*), concluíram que entre a hidrodestilação e o extrato fluído supercrítico, este último demonstrou melhor a presença de componentes de maior peso molecular e o conteúdo de

linalol da hidrodestilação foi mais alto do que no supercrítico, indicando que a degradação dos últimos compostos pode ocorrer durante a hidrodestilação.

7. Técnica de extração – Hidrodestilação ou Clevenger

O princípio dessa técnica é a ação da pressão de vapor. O material, em quantidade entre 50 a 150 g, é colocado junto com água em um balão, que é aquecido a seguir. A água no estado de vapor arrasta os constituintes voláteis, que são condensados e coletados em um dosador, medindo-se dessa forma, a quantidade de óleo extraído em mL (Simões & Spitzer, 2000).

8. Cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massa (CG-EM)

A metodologia mais utilizada na análise de óleos essenciais tem sido a cromatografia gasosa que permite, além da quantificação de compostos por meio da adição de padrões internos de construção de curvas de calibração, a identificação de compostos presentes no óleo por comparação do espectro gerado com a biblioteca do próprio equipamento (Falkenberg, 1999).

O uso de um espectrômetro de massa acoplado ao cromatógrafo gasoso (CG-EM) permite a identificação de quase todos os compostos ao nível de microgramas sendo, no entanto, seu uso limitado pelo alto custo do equipamento. O CG-EM consta de um cromatógrafo gasoso, uma interfase para ligação de ambos os sistemas, uma câmara de ionização onde os íons são formados, uma câmara mantida sob vácuo onde ocorre a separação dos mesmos e um sistema de detecção dos íons e interpretação dos dados obtidos (Falkenberg, 1999).

9. Importância econômica dos óleos essenciais

Mahmoud (1996) relata que as espécies de *Ocimum* são úteis como fonte de óleo essencial e alguns componentes químicos para as indústrias de perfumaria, cosmética, de alimento e farmacêutica, destacando, em particular, o manjeriço-egípcio que tem sido recomendado como fonte comercial de metil chavicol, borneol e geraniol. De acordo com Lachowicz et al. (1997), o manjeriço-italiano tem sido usado em alimentos, bebidas não alcoólicas, sorvetes, perfumaria, produtos orais e dentais e Rigueiro (1992) relata que essa

mesma planta é repelente de insetos (mosquitos, pernilongos e outros), bastando esfregar na pele algumas folhas, enquanto que Simmonds (1998) observou que o linalol atua como inseticida contra moscas e baratas.

Além disso, o óleo extraído de *O. basilicum* foi efetivo na inibição total do fungo causador de doenças em milho, não sendo verificado efeito fitotóxico na germinação ou no crescimento deste (Montes-Belmont & Carvajal, 1998). De acordo com Rigueiro (1992), folhas e flores de *O. basilicum* são usadas como digestivo, calmante, em inflamações da boca e garganta, gases e cólicas intestinais e calmante da tosse. Já Bisset (1994) cita o uso como condimento e na medicina popular como estomáquico, carminativo e como diurético e galactagogo.

As folhas frescas ou secas são utilizadas nas afecções da boca, para frieiras recomenda-se folhas frescas e as secas em cólicas provocadas por gases intestinais (Corrêa Júnior et al., 1994). Corrêa et al. (1998) indicam ainda a raiz do manjericão-italiano contra tuberculose pulmonar e como diurética e hipotensora, além da ação anti-séptica e antibiótica de seu óleo essencial.

Enquanto Amico & Sorce (1997) citam que a folha do manjericão-italiano é usada como hipotensora, Fuentes & Granda (1997) observaram que a maceração alcoólica das partes verdes do manjericão-italiano é utilizada para fricções ou banhos e a decocção ou suco das folhas e ramos são usados como estimulante, antidisminorréico, carminativo e antiespasmódico.

Singh (1999a) verificou atividade antiúlcera e antiinflamatória do óleo de manjericão-italiano. Singh (1999b), utilizando óleo a 3,0 mL kg⁻¹ de manjericão-italiano, obteve como resultado a inibição em 63,34% no edema testado, sendo maior a sua ação do que a da indometacina (10%) ou ácido cafêico (50%) e mais ou menos similar ao produzido pela combinação dos dois.

10. Fatores que podem alterar a biomassa da planta, rendimento e composição do óleo essencial

São inúmeros os fatores que podem afetar a biomassa e qualidade fitoquímica de uma espécie medicinal ou condimentar, sendo que Palevitch (1987) exemplifica, entre outros, os seguintes, relacionados aos aspectos agrônômicos: preparo do solo, data de semeadura, espaçamento, herbicidas seletivos, pesticidas, adubação, irrigação, reguladores vegetais, tratamentos de sementes, tratamentos de pré-colheita, colheita e pós-colheita.

Basker & Putievsky (1978) relataram que as folhas das partes inferiores produzem maior conteúdo de óleo do que as localizadas na parte superior de *O. basilicum*, concluindo que esta variação pode ser atribuída, principalmente, à variação da temperatura. Em relação aos aromas do manjericão-italiano, Sheen et al. (1991) concluíram que aqueles obtidos da folha fresca ou da flor fresca foram mais fortes do que os das partes secas do ramo, planta, folha ou flor, acrescentando que o do ramo seco foi o pior, ocorrendo a substância metil chavicol em maior quantidade.

Bonnardeaux (1992) pesquisando *O. basilicum* cv. Large green, concluiu que inflorescências mais compridas (12 a 20 cm) produzem maiores rendimentos do que com as de menores dimensões (3 a 11 cm) e a destilação da planta toda produz óleo com alta porcentagem de metil chavicol, enquanto que as inflorescências são ricas em linalol.

Em relação à ação de reguladores vegetais no manjericão-italiano, Mousa & El-Mary (1983) concluíram que a aplicação do ácido giberélico reduziu significativamente o rendimento da matéria fresca e o número de ramos/planta.

O rendimento do óleo essencial de *O. basilicum* variou de 1,2% em solo mais arenoso a 2,3% em solo mais argiloso, podendo as variações no rendimento e composição ser atribuídas aos métodos de extração, ocorrência de transformações secundárias ou no tipo do material (fresco ou seco) (Modawi et al., 1984). Singh & Bordoloi (1991), ao estudarem *O. basilicum* var. *purpurascens*, concluíram que o alto conteúdo de óleo (0,93%) é obtido quando a planta é colhida em pleno florescimento.

Nykanem (1989) observou que a região parece afetar os constituintes do óleo de *O. basilicum*, pois nas quatro localidades estudadas foram produzidos dois quimiotipos, sendo que o óleo de um quimiotipo era rico em linalol e estragol, enquanto que o outro era rico em linalol e eugenol. Em relação ao estresse moderado de água no cultivo de manjericão-italiano, Simon et al. (1992) citam que este aumenta o conteúdo de óleo e altera a sua composição, pois após 21 dias de déficit de água, o conteúdo do óleo aumentou nas folhas de 3,1 a 6,2 mL g⁻¹ do peso seco e linalol e metil chavicol aumentam quando o estresse aumenta, enquanto a proporção relativa de sesquiterpenos diminui.

Grayer et al. (1996) observaram em *O. basilicum* que as taxas de metil chavicol/linalol e eugenol/linalol decresceram no período de armazenamento, demonstrando que os fenilpropanóides, metil chavicol e eugenol, parecem deteriorar ou evaporar mais rápido do que o monoterpene linalol. De acordo com Ming (1994), as podas das flores podem aumentar o teor de princípios ativos nas folhas de *O. basilicum*. Oliveira et al. (1996) citam que a variação do óleo essencial pode ocorrer também em função da época do ano e do estágio de

desenvolvimento da planta, observando que de um modo geral, pouco antes da floração o conteúdo é máximo, seguindo-se uma queda e, quando a planta está com semente, o conteúdo é mínimo, mencionando como exemplo a espécie *O. basilicum*.

Assim, o rendimento, composição química e a qualidade sensorial do manjericão-italiano dependem de muitos fatores, incluindo, variedade, condição climática e métodos de extração e a variação destes fatores não é sempre previsível (Lachowicz et al., 1997).

11. Reguladores vegetais

Os reguladores vegetais são compostos orgânicos que, em pequenas quantidades, promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos. A importância dos reguladores vegetais foi primeiramente reconhecida na década de 30 e como resultado de extensivas pesquisas, novos compostos naturais e sintéticos têm sido descobertos e usados em práticas agrícolas. Em geral, os reguladores vegetais podem ser considerados como ferramentas químicas potenciais e suplementares no manejo de plantas; porém, devido à sua alta efetividade são, geralmente, aplicados em pequenas concentrações (Taiz & Zeiger, 2004). Esta baixa concentração afeta o metabolismo dos vegetais e a resposta de uma planta, ou de algum órgão desta, pode variar muito em função da variedade, idade, condições do meio e seu estado nutricional (Nickell, 1982).

11.1. Giberelinas

As giberelinas são compostos que estão envolvidos primariamente no controle do alongamento celular e da divisão celular, principalmente dos tecidos caulinares (Juntilla, 1991; Davies, 1995). As giberelinas atuam ainda na iniciação floral, determinação do sexo, regulam a transição da fase juvenil para a adulta, atuam promovendo a frutificação e a germinação de sementes. A aplicação exógena de giberelina promove o alongamento dos entrenós, associado a esse efeito há também a diminuição na espessura do caule e no tamanho da folha, além da coloração verde clara das folhas (Taiz & Zeiger, 2004).

As giberelinas tem sido utilizadas para aumentar o crescimento e a produção de partes aéreas das plantas (Shukla & Farooqi, 1990).

Eid & Ahmed (1976) observaram menor massa seca de lâminas foliares em plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas a 50, 100 e 200 mg L⁻¹ de GA₃. Esses mesmos autores

observaram diminuição da massa seca total das plantas dessa espécie em todas as concentrações.

El-Sahhar et al. (1984) estudando plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), encontraram aumento da área foliar com a aplicação de 90 mg L⁻¹ de GA₃. Na concentração de 100 mg L⁻¹, Shedeed (1990) também observou aumento na área foliar, número total de folhas, matéria fresca e seca da planta.

Dahab et al. (1987) com o intuito de verificar a resposta de *Chrysanthemum frutescens* ao GA₃, observaram que as massas fresca e seca das folhas e das raízes aumentaram.

Mahmoud (1996) e Misra (1995) observaram aumento na área foliar, em plantas de *Ocimum basilicum* L. e *Pogostemon cablin* Benth. submetidas, respectivamente, a 50 e 250 mg L⁻¹ de GA₃.

Mahmoud (1996) estudando plantas de *Ocimum basilicum* L., obteve aumento da altura, número de folhas, área foliar e peso fresco e seco das plantas, porém obteve menor rendimento do óleo essencial quando as plantas foram tratadas com GA₃ a 50 mg L⁻¹.

Plantas de *Mentha spicata* L. tratadas com GA₃ apresentaram aumento na altura, número de folhas, comprimento de entrenós e teor total de clorofila (Singh & Misra, 2001).

Um aumento do comprimento do internó e do pecíolo de *Cucumis sativus* L., tratados com 200 mg L⁻¹ de GA₃ foi observado por Hassan & Chaudhry (2004).

11.2. Etileno

O etileno foi descoberto por seu efeito no crescimento de plântulas e no amadurecimento dos frutos. Tem sido demonstrado que o etileno regula várias respostas nos vegetais, incluindo a germinação de sementes, a expansão celular, a diferenciação celular, o florescimento, a senescência e a abscisão (Arteca, 1995; Taiz & Zeiger, 2004).

El-Keltawi & Croteau (1986) observaram em plantas de *Salvia officinalis*, *Mentha piperita* e *Mentha crispa* tratadas com ethephon na concentração de 1000 mg L⁻¹ redução no tamanho das folhas (cerca de 60, 50, e 50%, respectivamente) comparado ao controle.

Plantas de *Mentha piperita* tratadas com ethephon a 250, 500 e 1000 mg L⁻¹ apresentaram diminuição na massa fresca e seca (El-Keltawi & Croteau, 1986).

A aplicação foliar de ethephon em *Geranium* promoveu aumento na produção de biomassa e nas substâncias químicas do óleo (Rao et al., 1997).

A aplicação foliar de ethephon a 400 mg L⁻¹ em plantas de *Impatiens balsamina* L. retardou o crescimento vegetativo dessas plantas (Tamari et al., 1998). Singh et al. (1999)

relataram que plantas de *Mentha spicata* L. tratadas com ethephon apresentaram aumento significativo no teor de óleo essencial.

Zhou et al. (1999) obtiveram diminuição da massa seca total de plantas de *Zea mays* L. quando submetidas ao tratamento com ethephon.

Singh e Misra (2001) estudando o efeito de ethephon no desenvolvimento de *Mentha spicata*, observaram diminuição na massa seca da parte aérea com esse regulador.

11.3. Citocininas

As citocininas são hormônios vegetais envolvidos em numerosos eventos fisiológicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento (Incoll & Jewer, 1987). Além disso, as citocininas atuam na fotossíntese, pois aumentam a formação de proteínas fotossintéticas (rubisco), aceleram a transformação de etioplastos em cloroplastos na presença de luz e promovem a formação de tilacóides (Taiz & Zeiger, 2004). Em alguns estudos, as citocininas parecem estar envolvidas na integração entre raízes e parte aérea. Por exemplo, Dieleman et al. (1998) encontraram que as raízes afetando as respostas fisiológicas da parte aérea estão relacionadas com a concentração de citocininas, provavelmente produzidas nas raízes (Vondrakova et al., 1998).

A aplicação foliar de citocinina promoveu o crescimento de *Mentha piperita*, *Mentha spicata* e *Salvia officinalis* observando-se também aumento na produção de óleo pela planta (El-Keltawi & Croteau, 1987).

Shedeed et al. (1990) estudando plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com GA₃ e cinetina, observou aumento no crescimento das plantas, sendo os melhores resultados obtidos na concentração de 100 mg L⁻¹ para o GA₃ e 50 mg L⁻¹ para cinetina.

Em plantas de *Lavandula officinalis*, a aplicação de cinetina aumentou a altura, número de ramificações e massa fresca e seca das plantas. Além disso, a composição química do óleo essencial produzido pela planta também foi influenciada pelo tratamento, diminuindo o teor de 1,8-cineol e cânfora e aumentando o teor de linalol (Youssef & Talaat, 1998).

Plantas de *Lawsonia inermis* L. tratadas com cinetina apresentaram aumento na altura, número de flores, massa fresca e seca de folhas e no rendimento de óleo essencial (Khandelwal et al., 2002).

Chaudhry & Qurat-ul-Ain (2003) observaram aumento da área foliar e da massa seca de folha de *Phaseolus vulgaris* L. quando essas plantas foram submetidas a 50 mg L⁻¹ de cinetina. Tomkins & Hall (1991) relataram que a benzilaminopurina (BAP) em alfafa

(*Medicago sativa*) causou aumento na formação de perfilhos por planta, comprimento do caule, entrenó, diâmetro do caule, área foliar e produção total de massa seca.

Povh (2004) estudando o efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de *Salvia officinalis* L., também observou maior área foliar quando as plantas foram tratadas com BAP a 100 mg L⁻¹.

Hassan & Chaudhry (2004) obtiveram maior massa seca de folha em plantas de *Cucumis sativus* L. submetidas a 40 mg L⁻¹ de cinetina quando comparado com plantas não tratadas.

12. Análise de crescimento

A análise de crescimento, segundo Magalhães (1986), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade avaliada por meio de parâmetros fisiológicos e bioquímicos. Além disso, a análise de crescimento é um método que pode ser utilizado para investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade das espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influência das práticas agrônômicas sobre o crescimento. Afirmar ainda que, a determinação da área foliar é importante porque as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica, através da fotossíntese.

Segundo Benincasa (1988) a análise de crescimento baseia-se no fato de que cerca de 90% da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do crescimento, resulta de sua atividade fotossintética e o restante da absorção de nutrientes minerais, indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal. A análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição de diferentes órgãos no crescimento total. A partir de dados de crescimento pode-se inferir a atividade fisiológica, isto é, estimar-se de forma bastante precisa as variações de crescimento entre as plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes.

A análise de crescimento pode ser útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais. Do ponto de vista biológico, a análise de crescimento é indispensável para o melhor conhecimento das plantas como entidades biológicas que são independentes da exploração agrícola (Benincasa, 1988). Essa mesma autora afirma que a análise de crescimento é realizada por meio de índices fisiológicos como a razão de área foliar

(RAF), a área foliar específica (AFE), a taxa assimilatória líquida (TAL), a taxa de crescimento absoluto (TCA) e a taxa de crescimento relativo (TCR).

Nas culturas, a análise de crescimento tem sido utilizada para a obtenção de parâmetros fisiológicos, indicativos de métodos seguros para o aumento da produtividade (Castro, 1974).

EFEITO DE REGULADORES VEGETAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE *Ocimum basilicum* L.

Adriana Pacheco Barreiro^{1,2}, João Domingos Rodrigues¹

RESUMO: Este estudo objetivou avaliar o efeito de reguladores vegetais na produção de biomassa de plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Para tanto, as plantas foram obtidas de sementes e cultivadas em vasos de 12 litros, em casa de vegetação do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro tratamentos contendo quatro repetições e cinco coletas. Os tratamentos consistiram de aplicações foliares periódicas dos seguintes reguladores vegetais: ácido giberélico (GA₃) a 100 mg L⁻¹, ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) a 100 mg L⁻¹ e cinetina a 100 mg L⁻¹. A aplicação dos reguladores vegetais foi realizada em três épocas, aos 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) e o desenvolvimento das plantas foi avaliado em coletas realizadas em intervalos de 14 dias, aos 50, 64, 78, 92 e 106 DAS. Determinou-se a altura, área foliar, massa seca de folhas, de caules, de raízes e total das plantas. De modo geral, plantas cultivadas na presença da cinetina apresentaram maior desenvolvimento, avaliado pela altura, área foliar, massa seca de folha, de caule, de raiz e total das plantas. Assim, para aumentar o desenvolvimento de plantas de manjeriço, sugere-se a aplicação de cinetina a 100 mg L⁻¹.

Palavras-chave: giberelina, ethephon, cinetina, biomassa, manjeriço

ABSTRACT: EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON THE DEVELOPMENT OF *Ocimum basilicum* L. PLANTS. This research objected to evaluate the effect of plant growth regulators on biomass production of basil plants (*Ocimum basilicum* L.). So, plants were grown in 12 liters pots, from seeds in a greenhouse in the Botany Department, Bioscience Institute, São Paulo State University, UNESP, Botucatu, SP, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with four treatments with four replications and five harvests. The treatments consisted of leaf applications of the following plant growth regulators: 100 mg L⁻¹ of gibberellic acid (GA₃), 100 mg L⁻¹ of 2-chloroethyl phosphonic acid (ethephon) and 100 mg L⁻¹ of kinetin. Plant growth regulator application was accomplished in three times: 40, 60 and 80 days after planting (DAP) and the development of the plants was evaluated in harvests accomplished in 14 days intervals: 50, 64, 78, 92 and 106 DAP. Height, leaf area and dry weight of leaf, stem, root and total were measured. In general, plants grown in the presence of kinetin showed greater development, evaluated by height, leaf area, dry weight of leaf, stem, root and total plants. Thus, to increase the development of basil plants, it's possible to suggest the application of 100 mg L⁻¹ of kinetin.

Keywords: gibberellin, ethephon, kinetin, biomass, basil

⁽¹⁾UNESP, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Caixa Postal 510, 18618-000, Botucatu, SP. E-mail: dribarreiro@yahoo.com.br

⁽²⁾ Bolsista FAPESP

1. INTRODUÇÃO

Ocimum basilicum L. é uma planta herbácea, pertencente à família Lamiaceae, e é originária da Ásia e Norte da África (Castro & Chemale, 1995). É uma planta anual ou perene, cuja altura média é de 40 a 50 cm. Suas folhas podem ser verdes, violáceas ou levemente avermelhadas. As flores localizam-se no ápice dos ramos, dispostas em espigas ou racemos curtos, apresentando cores diversas, de acordo com a variedade, como branca, branco-amarelada, rósea, púrpura, avermelhada ou lilás (von Hertwig, 1991).

Dentro do gênero *Ocimum*, a espécie *Ocimum basilicum* L. tem maior importância econômica e é cultivada e utilizada em todo o mundo. As folhas aromáticas são usadas frescas ou secas como essência para a culinária, produtos de confeitaria e bebidas. Tradicionalmente, as plantas são empregadas na medicina por serem carminativos, estimulantes e possuir propriedades antiespasmódicas. O óleo essencial é principalmente usado nas indústrias de alimento, perfumaria e também para atividades antimicrobianas (Prasad et al., 1985).

Os reguladores vegetais são compostos orgânicos que, em baixas concentrações, podem afetar o metabolismo dos vegetais e a resposta de uma planta, ou de algum órgão desta, podendo variar muito em função da variedade, idade, condições do meio e seu estado nutricional (Nickell, 1982).

As giberelinas são compostos terpênicos que induzem marcante alongamento celular em alguns tipos de plantas. Outros efeitos fisiológicos da giberelina incluem alterações na juvenilidade e na sexualidade da flor e na promoção do estabelecimento e crescimento do fruto e germinação de sementes (Taiz & Zeiger, 2004)

O etileno regula várias respostas nos vegetais como amadurecimento de frutos, senescência de flores e folhas, abscisão de frutos e flores, desenvolvimento de pêlos radiculares, germinação de sementes, expansão e diferenciação celular (Arteca, 1995; Taiz & Zeiger, 2004).

As citocininas são hormônios vegetais que regulam a divisão celular nas partes aéreas e raízes das plantas, modificam a dominância apical e promovem o crescimento de gemas laterais. Além disso, retardam a senescência foliar, promovem o desenvolvimento de cloroplastos e expansão celular em folhas e ainda regulam o crescimento de caules e raízes (Taiz & Zeiger, 2004).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de reguladores vegetais, como GA₃, ethephon e cinetina na produção de biomassa de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2005, em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP.

Para a instalação do experimento foram utilizadas cinco sementes por vaso de *Ocimum basilicum* L. realizando-se após 30 dias o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. As plantas foram submetidas a quatro tratamentos através de aplicações foliares realizadas a cada 20 dias, com início aos 40 dias após a semeadura, totalizando três aplicações. Os tratamentos utilizados foram:

- 1- testemunha (água)
- 2- ácido giberélico (GA₃) a 100 mg L⁻¹
- 3- ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) a 100 mg L⁻¹
- 4- cinetina a 100 mg L⁻¹

O ácido giberélico (GA₃) foi utilizado na forma do produto comercial Pró-Gibb[®] contendo 10% de GA₃, da Sumitomo Corporation do Brasil; o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) foi utilizado na forma do produto comercial ETHREL[®] contendo 240 g de ácido 2-cloroetilfosfônico por litro do produto, fabricado pela Bayer Crop Science; e a cinetina utilizada, como produto comercial X-Cyte, contendo 0,04% de cinetina, produzido pela Stoller do Brasil S.A.

As pulverizações, via foliar, foram realizadas com pulverizador manual de 5 L, com bico tipo leque 110 02, pressão de 2,81 Kgf cm⁻² adicionando-se espalhante adesivo não iônico (alquil-fenol-poliglicoleter), utilizando o produto comercial Extravon[®], na concentração de 0,5 mL L⁻¹ de solução, fabricado pela Syngenta Brasil.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos (reguladores vegetais e testemunha), quatro repetições e cinco épocas de coleta realizadas a intervalos de 14 dias, aos 50, 64, 78, 92 e 106 dias após a semeadura.

Em cada coleta foram determinadas a altura da planta, área foliar, massa seca de folhas, de caules, de raízes e total das plantas. A altura foi determinada em cm, definida como a distância do colo até o ápice da planta. As plantas foram, cuidadosamente, retiradas dos vasos, com menor prejuízo possível das raízes e separadas em raiz, caule e folhas e acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até obtenção de massa seca constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica e os resultados expressos em gramas. A área foliar, em dm², foi determinada com o auxílio de integralizador de área foliar, modelo LI 3100 da Li-Cor.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey, utilizando-se o nível de 5% de significância. Foram ajustadas curvas de resposta através da análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura das plantas

A variação da altura das plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas, pode ser observada na Figura 1.

Em todos os tratamentos, as plantas apresentaram comportamentos semelhantes, crescendo linearmente até a última coleta. De maneira geral, as plantas tratadas com cinetina foram aquelas que apresentaram os maiores valores para a altura das plantas, seguido das plantas tratadas com GA₃. Já as plantas tratadas com ethephon apresentaram os menores valores para esta variável.

Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Youssef e Talaat (1998), pois esses autores observaram aumento significativo da altura de plantas de *Lavandula officinalis* quando tratadas com cinetina a 20 e 40 mg L⁻¹.

Em plantas de *Lawsonia inermis* L. a aplicação de cinetina também aumentou a altura dessas plantas (Khandelwal et al., 2002). Esses mesmos autores relataram que o aumento da altura causado por esse regulador deve ser devido ao aumento na atividade fotossintética da planta, mantida por um longo tempo, que permitiu o aumento da disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento vegetativo.

Das et al. (1999) relataram que plantas de *Salvia splendens* tratadas com GA₃ a 100 mg L⁻¹ apresentaram aumento na altura. O mesmo foi observado por Mahmoud (1996) que relataram aumento da altura de plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com GA₃.

Singh et al. (1999) também observaram aumento da altura de plantas de *Mentha spicata* quando tratadas com GA₃ e plantas menores quando tratadas com ethephon. Tamari et al. (1998) observaram que ethephon a 400 mg L⁻¹ retardou o crescimento de *Impatiens balsamina* L., porém quando as plantas foram submetidas a 200 mg L⁻¹ desse mesmo regulador houve pequeno aumento da altura.

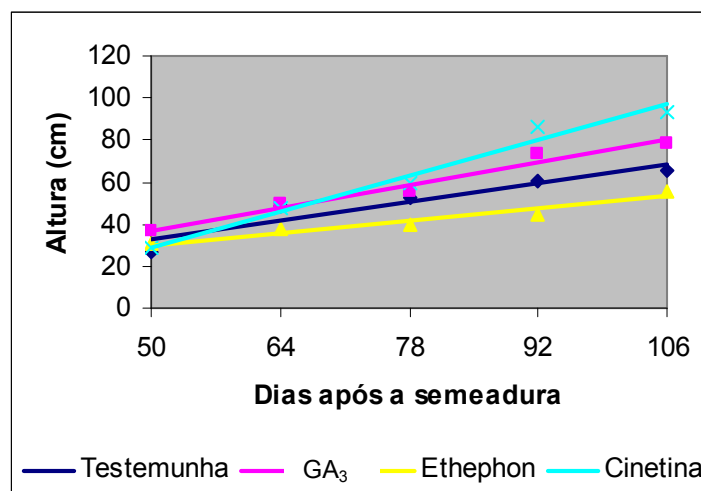
O efeito do ethephon deve-se ao fato do mesmo inibir o alongamento da parte aérea da maioria das plantas. Esse regulador causa entumescimento das regiões de alongamento da parte aérea, raízes e pecíolo das folhas pela inibição longitudinal do crescimento. Esse efeito é causado pela ação do ethephon na orientação das microfibrilas de celulose da parede celular.

Assim, com a ação do ethephon, o padrão transversal de alinhamento dos microtúbulos é desorganizado e alterado para uma orientação longitudinal. Essa mudança de 90° na orientação dos microtúbulos leva a uma deposição paralela das microfibrilas de celulose. O novo depósito das paredes é reforçado mais na direção longitudinal do que na direção transversal, promovendo mais a expansão lateral do que longitudinal (Mattoo & Suttle, 1991; Taiz & Zeiger, 2004).

Aumento do comprimento do internó e do pecíolo de *Cucumis sativus* L. tratados com 200 mg L⁻¹ de GA₃ foi observado por Hassan & Chaudhry (2004). Além disso, esses mesmos autores observaram diminuição do comprimento do internó e do pecíolo quando essas plantas foram tratadas com 400 mg L⁻¹ de cinetina.

Geralmente, GA₃ promove o crescimento em altura da planta e este resultado é devido seu efeito no alongamento celular e não pelo aumento na divisão celular (Stowe & Yamaki, 1959).

Os resultados do presente estudo demonstram que em relação à altura das plantas de *Ocimum basilicum* L., cinetina e GA₃ apresentaram efeito positivo.



Tratamentos	Modelo ajustado ¹	*R ²
Testemunha	Y= 1,139+0,636x	0,863
GA ₃	Y= -1,049+0,764x	0,922
Ethephon	Y= 9,082+0,418x	0,797
Cinetina	Y= -31,177+ 1,208x	0,946

*P < 0,001: para todos os modelos ajustados

¹Y= a+b₁x+b₂x²+b₃x³

Figura 1: Altura (cm) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas. Botucatu, SP, 2005.

3.2. Área foliar

Os resultados da área foliar de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas, podem ser observados na Figura 2.

A área foliar para todos os tratamentos, com exceção da cinetina, apresentou crescimento linear até a última avaliação. As plantas tratadas com cinetina apresentaram incremento exponencial para essa variável, por ter aumentado a expansão foliar (Taiz & Zeiger, 2004).

A área foliar das plantas tratadas com GA₃ e ethephon não foi influenciada significativamente, porém essas plantas apresentaram valores menores para essa variável em relação ao controle.

As plantas tratadas com cinetina apresentaram aumento significativo da área foliar quando comparada com a testemunha e os demais tratamentos. Essa maior área foliar apresentada pelas plantas tratadas com cinetina é atribuída ao efeito desse regulador em promover a expansão celular em folhas (Taiz & Zeiger, 2004).

Chaudhry & Qurat-ul-Ain (2003) observaram aumento da área foliar de *Phaseolus vulgaris* L. quando essas plantas foram tratadas com 50 mg L⁻¹ de cinetina. Tomkins & Hall (1991) relataram que a benzilaminopurina (BAP) em alfafa (*Medicago sativa*) causou aumento na formação de perfilhos por planta, comprimento do caule e entrenó, diâmetro do caule, área foliar e produção total de massa seca.

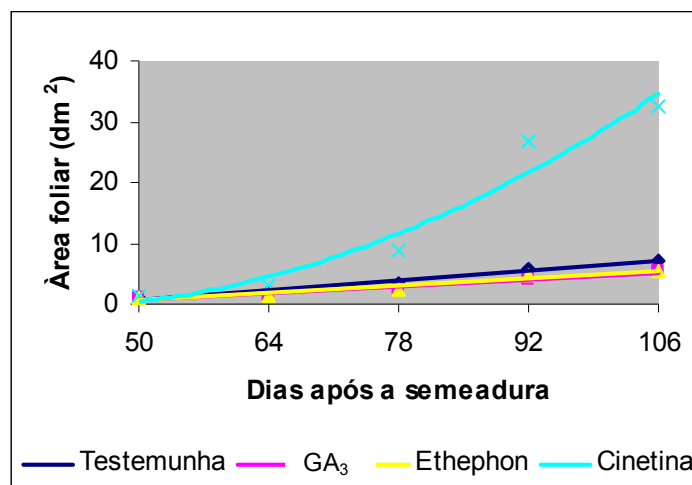
Povh (2004) estudando o efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de *Salvia officinalis* L., também observou maior área foliar quando as plantas foram tratadas com BAP a 100 mg L⁻¹.

El-Keltawi & Croteau (1986) observaram em plantas de *Salvia officinalis*, *Mentha piperita* e *M. crispa* tratadas com ethephon na concentração de 1000 mg L⁻¹ redução no tamanho das folhas (cerca de 60, 50, e 50%, respectivamente) em relação ao controle.

Esses resultados discordam daqueles observados por El-Sahhar et al. (1984), que estudando plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), encontraram aumento da área foliar com a aplicação de 90 mg L⁻¹ de GA₃ e na concentração de 100 mg L⁻¹, Shedeed (1990) também observou aumento na área foliar.

Mahmoud (1996) e Misra (1995) observaram aumento na área foliar em plantas de *Ocimum basilicum* L. e *Pogostemon cablin* Benth. submetidas, respectivamente, a 50 e 250 mg L⁻¹ de GA₃. Khan et al. (2002) obtiveram aumento da área foliar em plantas de *Brassica juncea* L. quando submetidas ao tratamento com GA₃, porém a aplicação deste regulador foi

efetiva somente quando as plantas receberam 80 kg N ha⁻¹. Nesse caso, o GA₃ aumentou a eficiência do uso de N e também aumentou a assimilação de CO₂.



Tratamentos	Modelo ajustado ¹	*R ²
Testemunha	Y= -4,873+0,112x	0,888
GA ₃	Y= -3,662+0,0835x	0,808
Ethephon	Y= -3,845+0,0878x	0,754
Cinetina	Y= 9,543-0,559x+0,00751x ²	0,910

*P < 0,001: para todos os modelos ajustados

¹Y= a+b₁x+b₂x²+b₃x³

Figura 2: Área foliar (dm²) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas. Botucatu, SP, 2005.

3.3 Massa seca de folha

Os resultados da massa seca de folha de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas, podem ser observados na Figura 3.

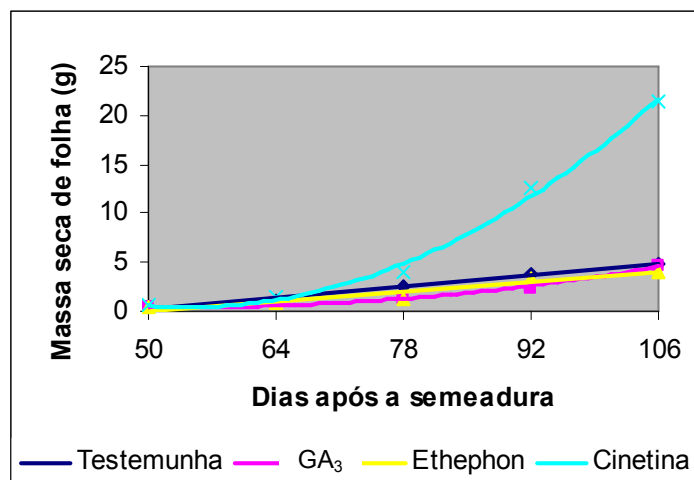
As plantas submetidas ao tratamento com ethephon e a testemunha apresentaram crescimento linear, enquanto que as plantas tratadas com GA₃ e cinetina apresentaram incremento exponencial para essa variável.

De maneira geral, a massa seca de folha apresenta comportamento semelhante à área foliar e, assim, plantas tratadas com cinetina apresentaram maior massa seca foliar até aos 106 dias após a semeadura. Já as plantas tratadas com GA₃ e ethephon, apesar de não apresentarem diferença significativa em relação à testemunha, apresentaram os menores valores para essa variável.

Os resultados do presente estudo concordam com aqueles encontrados por Chaudhry & Qurat-ul-Ain (2003) que observaram maior massa seca de folhas de *Phaseolus vulgaris* L. quando tratadas com 50 mg L⁻¹ de cinetina. Khandelwal et al. (2002) também observaram aumento da massa seca de folhas em plantas de *Lawsonia inermis* L. quando tratadas com cinetina a 25, 50 e 100 mg L⁻¹. Assim como esses autores, Hassan & Chaudhry (2004) obtiveram maior massa seca de folha em plantas de *Cucumis sativus* L. tratadas com 40 mg L⁻¹ de cinetina quando comparado com plantas não tratadas. Esses mesmos autores observaram menores valores para essa variável em plantas de *Cucumis sativus* L. tratadas com 200 mg L⁻¹ de GA₃.

Eid & Ahmed (1976) também observaram menor massa seca de lâminas foliares em plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com 50, 100 e 200 mg L⁻¹ de GA₃.

O aumento da massa seca de folha apresentada por plantas tratadas com cinetina pode estar relacionado com o efeito desse regulador em estimular a expansão das folhas e a formação destas. Além disso, a cinetina retarda a senescência foliar. Assim, o aumento da área fotossintética dessas plantas permite a produção de altos níveis de carboidratos e o aumento da massa seca de folha por planta.



Tratamentos	Modelo ajustado ¹	*R ²
Testemunha	Y= -4,097+0,0849x	0,885
GA ₃	Y= 5,179-0,172x+0,00156x ²	0,851
Ethephon	Y= -3,478+0,0703x	0,729
Cinetina	Y= 24,082-0,871x+0,00800x ²	0,959

*P < 0,001: para todos os modelos ajustados

¹Y= a+b₁x+b₂x²+b₃x³

Figura 3: Massa seca de folha (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas. Botucatu, SP, 2005.

3.4. Massa seca de caule

Os resultados da massa seca de caule de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas, podem ser observados na Figura 4.

As plantas submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais apresentaram incremento exponencial para a massa seca de caule, enquanto que a testemunha apresentou crescimento linear.

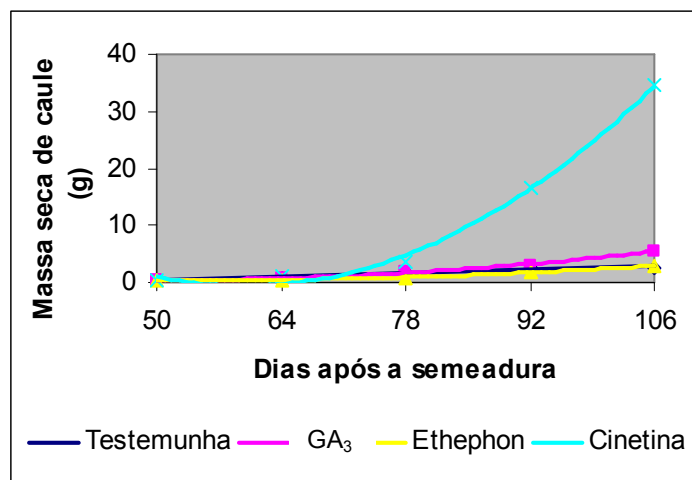
De maneira semelhante à massa seca de folha, o tratamento com cinetina foi o que causou maiores incrementos da massa seca de caule para as plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Em seguida, as plantas tratadas com GA₃ apresentaram os maiores valores para essa variável, apesar dos mesmos não terem sido significativos até a quarta coleta. Já as plantas tratadas com ethephon não diferiram significativamente da testemunha em todas as coletas. Esses resultados devem-se ao fato de que o GA₃ promove o desenvolvimento do caule, como foi verificado na variável altura das plantas, em que esse regulador estimulou o

crescimento da planta, porém esse aumento foi menor do que aquele promovido pelo tratamento com cinetina.

Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Eid & Ahmed (1976) que, estudando a influência dos reguladores vegetais no desenvolvimento de *Ocimum basilicum* L., não observaram efeito do GA₃ na massa seca de caule. Pela Figura 1, referente aos resultados de altura das plantas, observa-se nas duas primeiras coletas que plantas tratadas com GA₃ apresentaram maior crescimento, porém a partir da terceira coleta o tratamento com cinetina mostrou-se mais efetivo. Apesar disso, pela avaliação da produção de massa seca de caule pode-se observar que o tratamento com cinetina foi o mais efetivo durante todo o desenvolvimento das plantas. Essa maior massa seca de caule deve ser reflexo do tratamento com cinetina na maior promoção do crescimento das plantas de manjerição durante todo o período de observação.

Youssef & Talaat (1998), estudando o efeito da cinetina a 20 e 40 mg L⁻¹ em plantas de *Lavandula officinalis*, observaram aumento da altura, número de ramificações e massa fresca e seca das plantas.

Singh & Misra (2001), estudando o efeito de ethephon no desenvolvimento de *Mentha spicata*, observaram diminuição na massa seca da parte aérea com esse regulador.



Tratamentos	Modelo ajustado ¹	*R ²
Testemunha	Y= -2,067+0,0463x	0,805
GA ₃	Y= 4,127-0,154x+0,00156x ²	0,921
Ethephon	Y= 2,950-0,0988x+0,000930x ²	0,954
Cinetina	Y= 57,962-1,960x+0,0164x ²	0,981

*P < 0,001: para todos os modelos ajustados

¹Y= a+b₁x+b₂x²+b₃x³

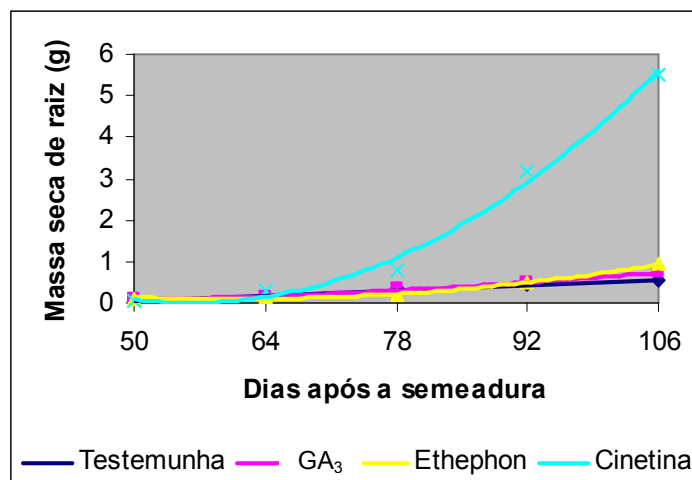
Figura 4: Massa seca de caule (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas. Botucatu, SP, 2005.

3.5. Massa seca de raiz

Os resultados da massa seca de raiz de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas, podem ser observados na Figura 5.

As plantas submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais apresentaram incremento exponencial para a massa seca de raiz, enquanto que o tratamento testemunha apresentou crescimento linear para essa variável.

As plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores incrementos para a massa seca de raiz, não havendo efeito dos reguladores, GA₃ e ethephon, na massa seca de raiz. De acordo com Singh & Misra (2001), plantas de *Mentha spicata* tratadas com GA₃ e ethephon a 1000 mg L⁻¹ apresentaram diminuição da massa seca de raiz, enquanto que Aldesuquy & Ibrahim (2001) observaram pequeno aumento na massa seca de raízes de plantas de *Triticum aestivum* L., cujas sementes foram tratadas com 50 mg L⁻¹ de GA₃.



Tratamentos	Modelo ajustado ¹	*R ²
Testemunha	$Y = -0,353 + 0,00849x$	0,917
GA ₃	$Y = 0,202 - 0,00904x + 0,000133x^2$	0,934
Ethephon	$Y = 1,548 - 0,0479x + 0,000396x^2$	0,975
Cinetina	$Y = 6,969 - 0,249x + 0,00223x^2$	0,954

*P < 0,001: para todos os modelos ajustados

¹Y = a + b₁x + b₂x² + b₃x³

Figura 5: Massa seca de raiz (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas. Botucatu, SP, 2005.

3.6. Massa seca total

Os resultados da massa seca total de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas, podem ser observados na Figura 6.

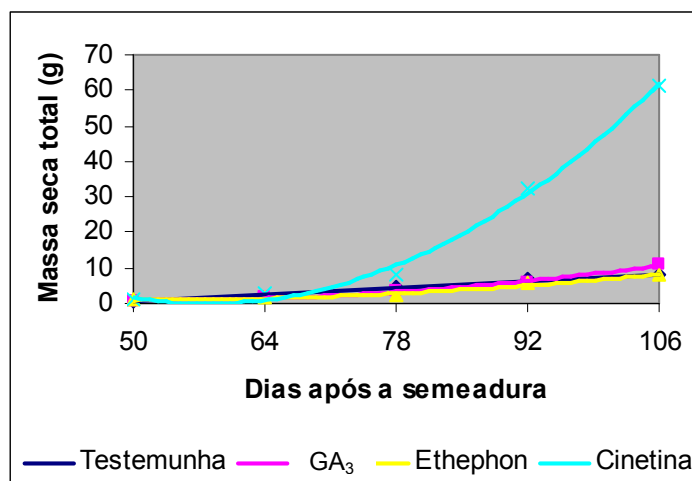
As plantas submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais apresentaram incremento exponencial para a massa seca total, enquanto que o tratamento testemunha apresentou crescimento linear para essa variável.

As plantas submetidas ao tratamento com cinetina foram aquelas que apresentaram os maiores incrementos de massa seca total. Em seguida, o tratamento com GA₃ causou pequeno aumento da massa seca total das plantas, porém esse resultado foi observado apenas na última coleta, provavelmente pelo efeito do aumento na massa seca de caule promovido por esse regulador, que contribuiu para o aumento dessa variável. As plantas submetidas ao tratamento com ethephon foram aquelas que apresentaram os menores valores para a massa seca total, porém, os mesmos não diferiram significativamente em relação à testemunha.

Os resultados do presente estudo concordam com aqueles encontrados por Youssef & Talaat (1998), que obtiveram aumento significativo na altura, número de ramificações e massa fresca e seca de plantas de *Lavandula officinalis* com cinetina a 20 e 40 mg L⁻¹.

Esses resultados concordam ainda com aqueles encontrados por Hayat et al. (2001) que observaram aumento da massa seca total de plantas de *Brassica juncea* L. quando submetidas ao tratamento com GA₃ e cinetina. Mahamoud et al. (1996) também observaram aumento da massa seca de plantas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) tratadas com GA₃. Segundo Eid & Ahmed (1976) plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com GA₃ nas concentrações de 50, 100 e 200 mg L⁻¹, apresentaram diminuição na massa seca total em todas as concentrações.

Zhou et al. (1999) obtiveram diminuição da massa seca total de plantas de *Zea mays* L. quando submetidas ao tratamento com ethephon. Em plantas de sálvia, tratadas com ethephon, houve diminuição de 20 a 30% da massa seca e altura nas concentrações de 200, 250 e 1000 mg L⁻¹. Plantas de *Mentha piperita* tratadas com ethephon a 250, 500 e 1000 mg L⁻¹ apresentaram diminuição na massa fresca e seca (El-Keltawi & Croteau, 1986).



Tratamentos	Modelo ajustado ¹	*R ²
Testemunha	Y= -6,518+0,140x	0,891
GA ₃	Y= 9,509-0,335x+0,00326x ²	0,911
Ethephon	Y= 6,064-0,215x+0,00221x ²	0,879
Cinetina	Y= 89,013-3,080x+0,0266x ²	0,989

*P < 0,001: para todos os modelos ajustados

$$^1Y= a+b_1x+b_2x^2+b_3x^3$$

Figura 6: Massa seca total (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas. Botucatu, SP, 2005.

Em todas as características avaliadas, a cinetina foi o tratamento mais efetivo, provavelmente, pelos seus efeitos na divisão celular, desenvolvimento de cloroplastos, expansão celular em folhas e atraso da senescência. Atua também na fotossíntese, promovendo a formação de proteínas fotossintéticas (rubisco), acelera a transformação de etioplastos em cloroplastos na presença de luz e promove a formação dos tilacóides (Taiz & Zeiger, 2004). Além disso, as citocininas influenciam na relação fonte-dreno, pois atuam no movimento de solutos para a folha a partir de outras partes da planta. Assim, os nutrientes são preferencialmente transportados e acumulados em tecidos tratados com citocininas. Tem sido sugerido que o hormônio causa a mobilização de nutrientes, originando uma nova relação fonte-dreno. O metabolismo da área tratada com cinetina pode ser estimulado fazendo com que os nutrientes desloquem-se em direção a esta região. Além disso, a citocinina também promove o desenvolvimento dos cloroplastos, local onde ocorre a fotossíntese, a qual juntamente com outros fatores como luz, nutrição e desenvolvimento, regulam a síntese de pigmentos e proteínas fotossintéticas (Taiz & Zeiger, 2004). Como a parte aérea das plantas foram tratadas com cinetina, isso pode ter ocasionado o maior desenvolvimento das plantas.

4. CONCLUSÃO

As plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores incrementos na produtividade vegetal. Assim, para a obtenção de plantas de *Ocimum basilicum* L. com maior desenvolvimento, sugere-se a aplicação de cinetina a 100 mg L^{-1} .

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro concedido para a execução deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDESUQUY, H.S. & IBRAHIM, A.H. Interactive effect of seawater and growth bioregulators on water relations, abscisic acid concentration and yield of wheat plants. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 187(3): 185-193, 2001.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. 1995. 332p.

CASTRO, L.O. & CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Guaíba: Agropecuária, 1995, 196p.

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**, 6(2): 157-163, 2003.

DAS, B.C.; BEHERA, P.; PANDA, P.K. & NAYAK, B. Studies on the effect of growth regulators on growth of *Salvia splendens*, Ker Gawal). **Orissa Journal of Horticulture**, 27(2): 5-9, 1999.

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**, 3(1): 83-87, 1976.

EL-KELTAWI, N.E. & CROTEAU, R. Influence of ethephon and daminozid on growth and essential oil content of peppermint and sage. **Phytochemistry**, 25(6): 1285-1288, 1986.

EL-SAHHAR, K.F.; FOUAD, M.K.; FAHMI, R. & RIAD, F. Effect of gibberellic acid (GA₃) on some botanical and chemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Annals of Agricultural Science (Cairo)**, 29(1): 401-414, 1984.

HASSAN, A. & CHAUDHRY, N.Y. Effects of growth hormones i.e., GA₃ and Kinetin and Heavy metal i.e., Pb(NO₃)₂ on the seedlings of *Cucumis sativus* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 7(8): 1453-1462, 2004.

HAYAT, S.; AHMAD, A.; MOBIN, M.; FARIDUDDIN, Q. & AZAM, Z.M. Carbonic anhydrase, photosynthesis, and seed yield in mustard plants treated with phytohormones. **Photosynthetica**, 39(1): 111-114, 2001.

KHAN, N.A.; LONE, N.A. & SAMIULLAH. Response of mustard (*Brassica juncea* L.) to applied nitrogen with or without ethrel spray under non-irrigated conditions. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 184(1): 63-66, 2000.

KHAN, N.A.; MIR, R.; KHAN, M.; JAVID, S. & SAMIULLAH. Effects of gibberellic acid spray on nitrogen yield efficiency of mustard grown with different nitrogen levels. **Plant Growth Regulation**, 38(3): 243-247, 2002.

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**, 77(1): 67-72, 2002.

MAHMOUD, S.E.D.M. Response of growth and essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to some natural hormones. **Acta Horticulturae**, 426: 629-634, 1996.

MATTOO, A.K. & SUTTLE, J.C. **The plant hormone ethylene**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 337p.

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**, 17(4): 367-370, 1995.

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

POVH, J.A. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinalis* L. e na produção de óleo essencial**. Botucatu, 2004. 102p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

PRASAD, G.; KUMAN, A.; SINGH, A.K.; BHATTACHARYA, A.K.; SINGH, K.; SHARMA, V.D. Antimicrobial activity of essential oils of some *Ocimum* species and clove oil. **Fitoterapia**, 57(6): 429-432, 1985.

SHEDEED, M.R. Physiological studies on the growth, oil yield and chemical constituents in basil plant, *Ocimum basilicum* L. **Annals of Agricultural Science (Cairo)**, 35: 971-979, 1990.

SHUKLA, A. & FAROOQI, A.H.A. Utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. **Current Research on Medicinal and Aromatic Plants**, 12(3): 152-157, 1990.

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

SINGH, P.; SRIVASTAVA, N.K.; MISHRA, A. & SHARMA, S. Influence of ethrel and gibberellic acid on carbon metabolism, growth, and essential oil accumulation in spearmint (*Mentha spicata*). **Photosynthetica**, 36(4): 509-517, 1999.

STOWE, B.B. & TAMAKI, T. Gibberellins stimulants of plant growth. **Science**, 129: 807, 1959.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAMARI, G.; PAPPAS, L.; ZERED, T. & BOROCHOV, A. Effects of ethrel and gibberellin on impatiens plants. **Scientia Horticulturae**, 76(1-2): 29-35, 1998.

TOMKINS, J.P.; HALL, M.H. Stimulation of alfalfa bud and shoot development with cytokinins. **Agronomy Journal**, 83(3): 577-581, 1991.

von HERTWIG, I.F. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização**. 2 ed. São Paulo, Ícone, 1991. p.314-325.

YOUSSEF, A.A. & TALAAT, I.M. Physiological effect of brassinosteroid and kinetin on the growth and chemical constituents of lavender plant. **Annals of Agricultural Science Cairo**, 43(1): 261-272, 1998.

ZHOU, X.M.; MACKENZIE, A.F.; MADRAMOOTOO, C.A. & SMITH, D.L. Effects on stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 183(2): 103-110, 1999.

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) SUBMETIDAS A REGULADORES VEGETAIS

Adriana Pacheco Barreiro^{2,2}, João Domingos Rodrigues¹

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.). Para tanto, as plantas foram cultivadas em vasos de 12 litros, a partir de sementes, em casa de vegetação do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, SP. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro tratamentos contendo quatro repetições e cinco coletas. Os tratamentos consistiram de aplicações foliares periódicas dos seguintes reguladores vegetais: ácido giberélico (GA₃) a 100 mg L⁻¹, ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) a 100 mg L⁻¹ e cinetina a 100 mg L⁻¹, que foram preparados em solução aquosa com adição de 0,05% de Extravon (250 g L⁻¹ de alquil-fenol-poliglicoleter). As aplicações dos reguladores vegetais foram realizadas aos 40, 60 e 80 dias após a semeadura (DAS) e o desenvolvimento das plantas foi avaliado em coletas realizadas em intervalos de 14 dias, aos 50, 64, 78, 92 e 106 DAS. Foram determinados os seguintes índices fisiológicos da análise de crescimento: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), razão de área foliar (RAF), taxa assimilatória líquida (TAL) e área foliar específica (AFE). As plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores valores para os índices fisiológicos, apresentando assim maior desenvolvimento, devido ao aumento da área foliar e massa seca causado por esse regulador.

Palavras chave: manjericão, índices fisiológicos, ácido giberélico, ethephon, cinetina.

ABSTRACT: GROWTH ANALYSIS OF BASIL PLANTS (*Ocimum basilicum* L.) SUBMITTED TO PLANT GROWTH REGULATORS. The objective of this study was to evaluate the effect of plant growth regulators on the development of basil plants (*Ocimum basilicum* L.). The experiment was seeded in 12 liters pots and carried out in a greenhouse of the Botany Department, Bioscience Institute, São Paulo State University, UNESP, Botucatu, SP, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with four treatments, four replications and five harvests moments. The treatments were constituted by periodic leaf spraying of the following plant growth regulators: gibberellic acid (GA₃), 2-chloroethyl phosphonic acid (ethephon) and kinetin at 100 mg L⁻¹, which were prepared in aqueous solution with 0,05% of Extravon (250 g L⁻¹ of alquil-phenol-poliglicoleter). The plant growth regulators application was accomplished 40, 60 and 80 days after planting (DAP) and the plant development was evaluated at harvest time, accomplished in intervals of 14 days at 50, 64, 78, 92 and 106 DAP. The following growth analysis physiologic indexes were determined: absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR), leaf area ratio (LAR), net assimilation rate (NAR) and specific leaf area (SLA). Plants treated with kinetin had the highest values for the physiologic indexes, showing greater development due to the leaf area and dry matter increment caused by this plant growth regulator.

Keywords: basil, physiologic indexes, gibberellic acid, ethephon, kinetin.

⁽²⁾UNESP, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Caixa Postal 510, 18618-000, Botucatu, SP. E-mail: dribarreiro@yahoo.com.br

⁽²⁾ Bolsista FAPESP

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Ocimum* (Lamiaceae) compreende plantas anuais e perenes, nativas de regiões da Ásia, África e América do Sul (Barley, 1924; Darrah, 1998). É uma planta tradicionalmente usada como erva medicinal no tratamento de dor de cabeça, tosse, diarreia, entre outros. É também considerada como fonte de componentes aromáticos e seu óleo contém constituintes ativos biológicos de repelentes de insetos e com atividade antibacteriana (Chavan & Nikam, 1982; Deshpande & Tipnis, 1997).

O óleo essencial de manjeriço tem sido muito usado como condimento em carnes, saladas, bebidas não alcoólicas, sorvete; tem sido também usado na indústria de perfume, assim como, em produtos de higiene bucal (Simon et al., 1990; Loughrin & Kasperbauer, 2001).

As giberelinas são um grupo de hormônios envolvidos na regulação da germinação de sementes, expansão foliar, florescimento e desenvolvimento de frutos. O nível celular de giberelina estimula o alongamento e a divisão celular (Kende & Zeevaart, 1997).

Experiências usando etileno têm demonstrado que este possui papel importante na promoção floral em abacaxi e manga; porém, pode causar inibição floral em planta de dia curto como crisântemo, tabaco e *Chenopodium*, além de inibir a expansão foliar em muitas plantas terrestres (Abeles et al., 1992). O ethephon, considerado como retardador do crescimento, está sendo amplamente usado para obter plantas mais compactas, com aumento de ramos, folhas verde escuras e para o florescimento precoce (Stefanini et al., 1998b).

As citocininas também são hormônios associados ao crescimento e desenvolvimento das plantas, participando no controle da divisão celular, inibição da parte aérea, crescimento e senescência foliar (Nishimura et al., 2004). As citocininas estimulam o crescimento pela expansão mais do que pelo alongamento (Stoynova et al., 2004).

A análise de crescimento, segundo Magalhães (1986), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade, avaliada por meio de parâmetros fisiológicos e bioquímicos. Relatou também que, a análise de crescimento é um método que pode ser utilizado na investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade das espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influência das práticas agrônomicas sobre o crescimento. Afirma ainda que, a determinação da área foliar é importante porque as folhas são as responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica, através da fotossíntese.

Segundo Benincasa (2003) a análise de crescimento baseia-se no fato de que cerca de 90%, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do crescimento, resulta de sua atividade fotossintética e o restante da absorção de nutrientes minerais, indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal. Essa mesma autora afirma que a análise de crescimento é realizada por meio de índices fisiológicos como a razão de área foliar (RAF), a área foliar específica (AFE), a taxa assimilatória líquida (TAL), a taxa de crescimento absoluto (TCA) e a taxa de crescimento relativo (TCR).

Assim, o presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento de *Ocimum basilicum* L. submetida a diferentes reguladores vegetais, através da análise de crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2005, em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP.

Para a instalação do experimento foram utilizadas cinco sementes por vaso da espécie *Ocimum basilicum* L., e após 30 dias foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. As plantas receberam quatro diferentes tratamentos realizados por meio de aplicações foliares realizadas a cada 20 dias, com início aos 40 dias após a semeadura, totalizando três aplicações. Os tratamentos utilizados foram:

- 1- testemunha (água)
- 2- ácido giberélico (GA₃) a 100 mg L⁻¹
- 3- ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) a 100 mg L⁻¹
- 4- cinetina a 100 mg L⁻¹

O ácido giberélico (GA₃) foi utilizado na forma do produto comercial Pró-Gibb[®] contendo 10% de GA₃, da Sumitomo Corporation do Brasil; o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) foi utilizado na forma do produto comercial ETHREL[®] contendo 240 g de ácido 2-cloroetilfosfônico por litro do produto, fabricado pela Bayer Crop Science; e a cinetina utilizada, como produto comercial X-Cyte, contendo 0,04% de cinetina, produzido pela Stoller do Brasil S.A.

As pulverizações, via foliar, foram realizadas com pulverizador manual de 5 L, com bico tipo leque 110 02, pressão de 2,81 Kgf cm⁻² adicionando-se espalhante adesivo não iônico (alquil-fenol-poliglicoleter), utilizando o produto comercial Extravon[®], na concentração de 0,5 mL L⁻¹ de solução, fabricado pela Syngenta Brasil.

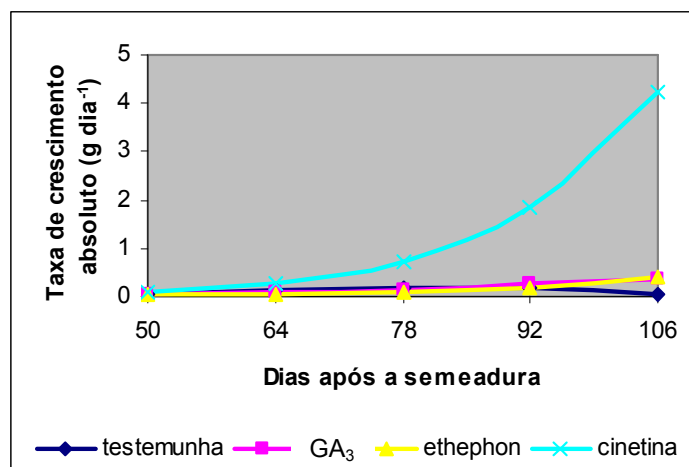
O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos (reguladores vegetais e a testemunha), quatro repetições e cinco épocas de coleta, realizadas a intervalos de 14 dias, aos 50, 64, 78, 92 e 106 dias após a semeadura.

Em cada coleta, após a determinação da área foliar de todas as lâminas foliares, em integrador de área foliar, modelo LI 3100 da Li-Cor, as diferentes partes das plantas (raízes, caules e folhas) foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até obtenção de massa seca constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica, sendo os resultados expressos em gramas.

Para se proceder a estimativa dos índices fisiológicos da análise de crescimento tais como taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), razão de área foliar (RAF), taxa assimilatória líquida (TAL) e área foliar específica (AFE), as variáveis área foliar, massa seca de folhas e massa seca total das plantas foram ajustadas em relação ao tempo, ou seja, idade das plantas, pelo programa computacional ANACRES, de acordo com as especificações de Portes & Castro Júnior (1991), utilizando-se a equação exponencial quadrática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de crescimento absoluto (TCA) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas aos diferentes reguladores vegetais, nas cinco coletas, pode ser observada na Figura 1. As plantas tratadas com cinetina apresentaram maior TCA durante todo o desenvolvimento das plantas, enquanto que os demais tratamentos apresentaram resultados semelhantes à testemunha. A TCA pode ser usada para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (Benincasa, 2003). Assim, o tratamento com cinetina proporcionou maior velocidade de crescimento das plantas.



Tratamentos	Equações	R ²
Testemunha	Y= 0,002 e 0,153x - 0,0007x ²	0,9982
	Z= 0,022 e 0,096x - 0,0004x ²	0,9989
GA ₃	Y= 0,025 e 0,078x - 0,0002x ²	0,9984
	Z= 0,165 e 0,035x - 0,00002x ²	0,9902
Ethephon	Y= 0,205 e 0,024x + 0,0001x ²	0,9872
	Z= 0,130 e 0,043x - 0,00006x ²	0,9897
Cinetina	Y= 0,005 e 0,113x - 0,0002x ²	0,9899
	Z= 0,008 e 0,119x - 0,0003x ²	0,9899

Y= ajuste da massa seca total em função do tempo.

Z= ajuste da área foliar em função do tempo.

Figura 1: Taxa de crescimento absoluto (g dia⁻¹) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas. Valores ajustados pela equação exponencial quadrática. Botucatu, SP, 2005.

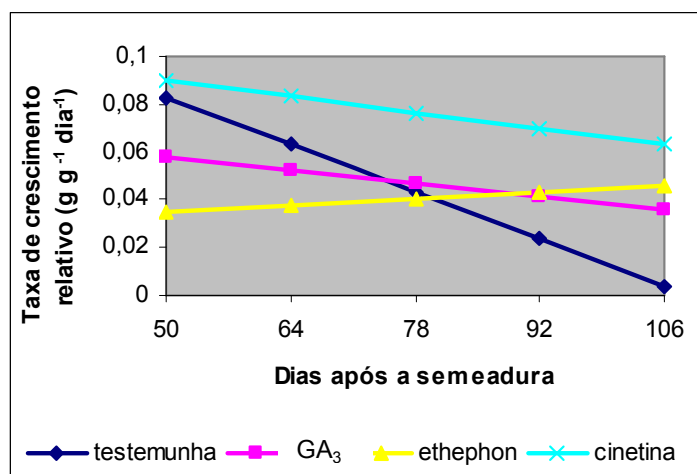
A taxa de crescimento relativo (TCR) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com os diferentes reguladores vegetais, nas cinco coletas, pode ser observada na Figura 2.

A TCR representa o aumento da massa seca de uma planta ou de qualquer um dos seus órgãos em função do seu tamanho inicial, ou seja, da massa seca existente no início do período de observação (Benincasa, 2003).

De maneira geral, os maiores valores para a TCR foram verificados na primeira coleta, com decréscimo nas coletas seguintes, com exceção das plantas submetidas ao tratamento com ethephon, que apresentaram menor valor no início do desenvolvimento das plantas e maior valor na última coleta, indicando que houve atraso no desenvolvimento dessas plantas, causado pela aplicação de ethephon. Além disso, os maiores valores para a TCR foram observados nas plantas submetidas ao tratamento com cinetina.

Povh (2004) estudando plantas de *Salvia officinalis* L., submetidas a tratamentos com diferentes reguladores vegetais, também observou diminuição da TCR ao longo do desenvolvimento das plantas.

O comportamento da curva de TCR observado em todos os tratamentos, com exceção do ethephon, representa rápido acúmulo de material no início do desenvolvimento das plantas, seguido por uma diminuição ao longo das coletas. Essa diminuição, possivelmente, possa ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento que aumenta com a idade da planta.



Tratamentos	Equações	R ²
Testemunha	Y= 0,002 e 0,153x - 0,0007x ²	0,9982
	Z= 0,022 e 0,096x - 0,0004x ²	0,9989
GA ₃	Y= 0,025 e 0,078x - 0,0002x ²	0,9984
	Z= 0,165 e 0,035x - 0,00002x ²	0,9902
Ethephon	Y= 0,205 e 0,024x + 0,0001x ²	0,9872
	Z= 0,130 e 0,043x - 0,00006x ²	0,9897
Cinetina	Y= 0,005 e 0,113x - 0,0002x ²	0,9899
	Z= 0,008 e 0,119x - 0,0003x ²	0,9899

Y= ajuste da massa seca total em função do tempo.

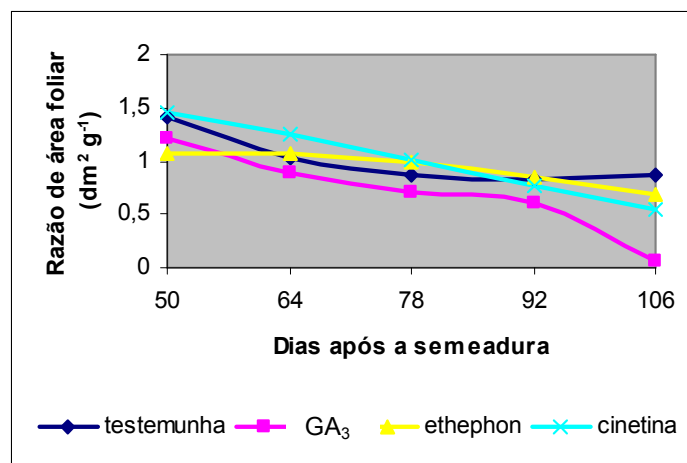
Z= ajuste da área foliar em função do tempo.

Figura 2: Taxa de crescimento relativo ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas. Valores ajustados pela equação exponencial quadrática. Botucatu, SP, 2005.

A variação da razão de área foliar (RAF) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas cinco coletas, pode ser observada na Figura 3.

Independente do tratamento a que as plantas foram submetidas, a RAF apresentou tendência a diminuir ao longo do desenvolvimento das plantas. Assim, em todos os tratamentos, as plantas apresentaram maior RAF aos 50 dias após a semeadura. Esses resultados concordam com Stefanini et al. (1998a), que estudando o efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de *Lippia alba*, observaram máxima RAF, independente dos tratamentos aplicados, na primeira coleta, decrescendo nos períodos a seguir. Esse decréscimo coincide com os resultados de literatura que referem RAF elevada no início do ciclo vegetativo, decrescendo posteriormente, com a maturação da planta (Rodrigues, 1990; Urchei, 1992; Moreira, 1993; Ferreira, 1996; Aguiar Netto, 1997; Povh, 2004).

Segundo Benincasa (2003), a RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO₂ e a massa seca total, resultado da fotossíntese. Desse modo, com o crescimento da planta, aumenta a interferência das folhas superiores sobre as inferiores, com tendência de diminuir a área foliar útil.



Tratamentos	Equações	R ²
Testemunha	Y= 0,002 e 0,153x - 0,0007x ²	0,9982
	Z= 0,022 e 0,096x - 0,0004x ²	0,9989
GA ₃	Y= 0,025 e 0,078x - 0,0002x ²	0,9984
	Z= 0,165 e 0,035x - 0,00002x ²	0,9902
Ethephon	Y= 0,205 e 0,024x + 0,0001x ²	0,9872
	Z= 0,130 e 0,043x - 0,00006x ²	0,9897
Cinetina	Y= 0,005 e 0,113x - 0,0002x ²	0,9899
	Z= 0,008 e 0,119x - 0,0003x ²	0,9899

Y= ajuste da massa seca total em função do tempo.

Z= ajuste da área foliar em função do tempo.

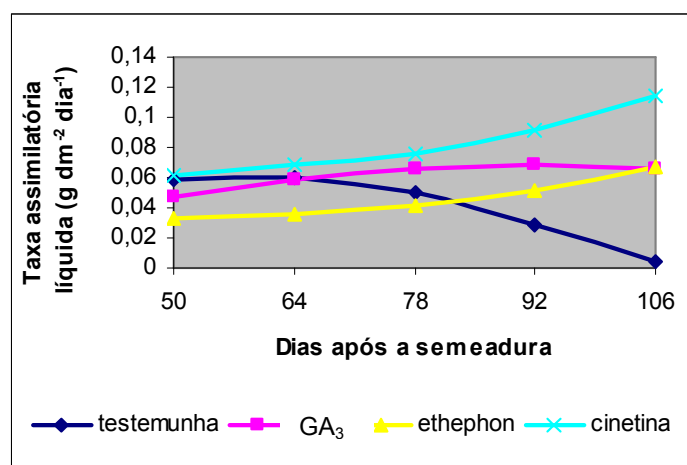
Figura 3: Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetida ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas. Valores ajustados pela equação exponencial quadrática. Botucatu, SP, 2005.

A TAL de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas cinco coletas pode ser observada na Figura 4. De maneira geral, as plantas submetidas ao tratamento com cinetina apresentaram maior TAL durante todo o período de desenvolvimento das plantas, apresentando comportamento de uma curva crescente. As plantas submetidas ao tratamento com ethephon, apesar de terem apresentado comportamento crescente da TAL, apresentaram os menores valores para essa variável, quando comparado aos demais tratamentos. Já as plantas submetidas ao tratamento com GA₃ tenderam a estabilizar a TAL do início ao final do período estudado.

Segundo Milthorpe & Moorby (1974), a TAL comumente diminui com a idade das plantas devido ao sombreamento das folhas inferiores. Essa afirmativa encontra apoio nos registros de Valmorbidia (2003) que atribuiu a diminuição da TAL em *Mentha piperita* L., cultivada com diferentes níveis de potássio, ao aumento da área foliar, responsável pelo maior sombreamento das folhas inferiores. Scavroni (2003), estudando *Mentha piperita* L. sob

diferentes níveis de biossólidos, também observou diminuição da TAL com a idade das plantas.

O aumento da TAL nas plantas submetidas aos diferentes reguladores vegetais deve-se ao efeito desses reguladores no crescimento das plantas. Assim, a cinetina e GA₃, proporcionando maior desenvolvimento das plantas, pode ter evitado o autosombreamento, proporcionando alta assimilação de CO₂. O aumento da taxa assimilatória líquida nas plantas tratadas com ethephon pode ter sido ocasionada pela produção de folhas menores por esse regulador e isso, pode ter impedido o auto-sombreamento, proporcionando alta assimilação de CO₂ durante o ciclo da planta.



Tratamentos	Equações	R ²
Testemunha	Y= 0,002 e 0,153x - 0,0007x ²	0,9982
	Z= 0,022 e 0,096x - 0,0004x ²	0,9989
GA ₃	Y= 0,025 e 0,078x - 0,0002x ²	0,9984
	Z= 0,165 e 0,035x - 0,00002x ²	0,9902
Ethephon	Y= 0,205 e 0,024x + 0,0001x ²	0,9872
	Z= 0,130 e 0,043x - 0,00006x ²	0,9897
Cinetina	Y= 0,005 e 0,113x - 0,0002x ²	0,9899
	Z= 0,008 e 0,119x - 0,0003x ²	0,9899

Y= ajuste da massa seca total em função do tempo.

Z= ajuste da área foliar em função do tempo.

Figura 4: Taxa assimilatória líquida (g dm⁻² dia⁻¹) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas. Valores ajustados pela equação exponencial quadrática. Botucatu, SP, 2005.

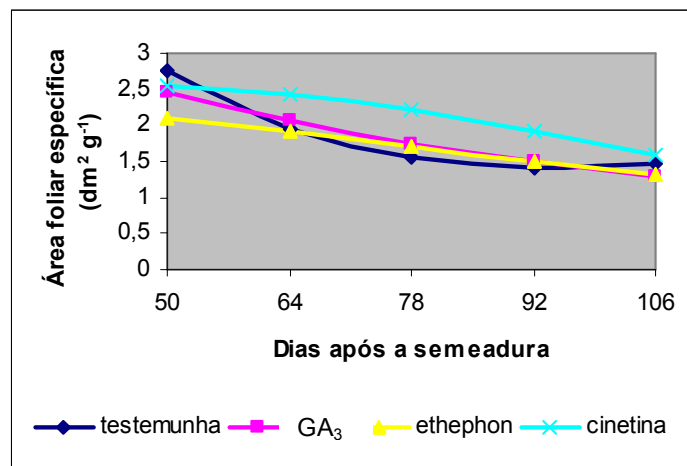
De maneira geral, a área foliar específica (AFE) diminuiu ao longo do ciclo das plantas submetidas aos diferentes tratamentos (Figura 5).

A AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa um componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionada à composição interna (número e tamanho) das células do mesofilo. Infere-se daí, que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (Benincasa, 2003).

De maneira geral, em todos os tratamentos, houve queda da AFE ao longo do desenvolvimento das plantas, o que concorda com os dados da literatura consultada. As plantas submetidas ao tratamento com cinetina apresentaram os maiores valores para essa variável.

Ferreira (1996) estudando plantas de *Zea mays*, relata que decréscimos na AFE indicam aumento na espessura da folha resultante do aumento e do tamanho do número de células nas plantas.

Segundo Benincasa (2003), no início do desenvolvimento, os valores da AFE podem ser maiores, revelando folhas pouco espessas, com pouca massa seca e área foliar. Com o desenvolvimento das plantas, aumenta-se a área foliar e a massa seca de folhas, tendendo a queda dos valores dessa variável, podendo inferir que inicialmente as folhas das plantas de *Ocimum basilicum* L. acumulam reservas para depois ocorrer translocação para outros órgãos.



Tratamentos	Equações	R ²
Testemunha	Y= 0,0008 e 0,157x - 0,0007x ²	0,9988
	Z= 0,022 e 0,096x - 0,0004x ²	0,9989
GA ₃	Y= 0,033 e 0,051x - 0,00004x ²	0,9971
	Z= 0,165 e 0,035x - 0,00002x ²	0,9902
Ethephon	Y= 0,047 e 0,047x - 0,00004x ²	0,9805
	Z= 0,130 e 0,043x - 0,00006x ²	0,9897
Cinetina	Y= 0,004 e 0,110x - 0,0002x ²	0,9971
	Z= 0,008 e 0,119x - 0,0003x ²	0,9899

Y= ajuste da massa seca de folha em função do tempo.
Z= ajuste da área foliar em função do tempo.

Figura 5: Área foliar específica (dm² g⁻¹) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas ao tratamento com diferentes reguladores vegetais, nas várias coletas. Valores ajustados pela equação exponencial quadrática. Botucatu, SP, 2005.

Os índices fisiológicos avaliados, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa assimilatória líquida e área foliar específica foram influenciados positivamente pela cinetina, provavelmente pelos efeitos que esse regulador exerce na planta como a divisão celular, desenvolvimento de cloroplastos, expansão celular em folhas e atraso da senescência. Atua também na fotossíntese, promovendo a formação de

proteínas fotossintéticas (rubisco), acelera a transformação de etioplastos em cloroplastos na presença de luz e promove a formação dos tilacóides (Taiz & Zeiger, 2004). Além disso, o metabolismo da área tratada com cinetina pode ser estimulado fazendo com que os nutrientes desloquem-se em direção a esta região (Taiz & Zeiger, 2004). Como a parte aérea das plantas foram tratadas com cinetina, isso pode ter ocasionado o maior desenvolvimento das plantas.

As plantas submetidas ao tratamento com ethephon, apesar de terem apresentado comportamento crescente da taxa assimilatória líquida, apresentaram os menores valores para essa variável, quando comparado aos demais tratamentos. Além disso, essas plantas apresentaram os menores valores para a taxa de crescimento relativo e área foliar específica.

Já as plantas submetidas ao tratamento com GA₃ tenderam a estabilizar a taxa assimilatória líquida do início ao final do período estudado. Apresentaram ainda, os menores valores para a razão de área foliar e comportamento semelhante às plantas tratadas com ethephon para a área foliar específica.

4. CONCLUSÃO

As plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores valores para os índices fisiológicos, apresentando assim maior desenvolvimento, devido ao aumento da área foliar e massa seca atribuídas a esse regulador.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro concedido para a execução deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W. & SALTVEIT, M.E. **Ethylene in Plant Biology**. 2.ed. Academic Press, San Diego, CA, USA. 1992. 414p.

AGUIAR NETTO, A.O. **Crescimento e produtividade da cultura da batata (*Solanum tuberosum* spp *tuberosum*) cultivar Aracy, submetida a diferentes lâminas de irrigação.**

Tese de Doutorado em Agronomia. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

BARLEY, L.H. **Manual of Cultivated Plants**, MacMillan, New York, 1924.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.

CHAVAN, S.R. & NIKAM, S.T. Mosquito larvicidal activity of *Ocimum basilicum* L. **Indian Journal of Medical Research**, 75: 220-222, 1982.

DARRAH, H.H. **The Cultivated Basil**, Buckeye Printing, Independence, MO, 1998.

DESHPANDE, R.S. & TIPNIS, H.P. Insecticidal activity of *Ocimum basilicum* L. **Pesticides**, 11: 1-12, 1997.

FERREIRA, E. **Ajustamento osmótico e análise de crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

KENDE, H. & ZEEVAART, J.A.D. The five “classical” plant hormones. **The Plant Cell**, 9 (7): 1197-1210, 1997.

LOUGHRIN, J.H. & KASPERBAUER, M.J.L. Light reflected from colored mulches affects aroma and phenolic content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49 (3): 1331-1335, 2001.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986, 1: 331-350.

MILTHORPE, F.L. & MOORBY, J. Some aspects of overall growth and its modification. In: Milthorpe, F.L. & Moorby, J. **An introduction to crop physiology**, pp.152. Cambridge University Press, London, 1974.

MOREIRA, J.A.A. **Efeitos de tensão da água do solo e do parcelamento da adubação nitrogenada, sobre o crescimento e a produtividade de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

NISHIMURA, C.; OHASHI, Y.; SATO, S.; KATO, T.; TABATA, S. & UEGUCHI, C. Histidine kinase homologs that acts as cytokinin receptors possess overlapping functions in the regulation of shoot and root growth in Arabidopsis. **The Plant Cell**, 16: 1365-1377, 2004.

PORTES, T.A. & CASTRO JUNIOR, L.G. Análise de crescimento de plantas: Um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 3: 53-56, 1991.

POVH, J.A. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinalis* L. e na produção de óleo essencial**. Botucatu, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Mestrado, Dissertação, 2004.

RODRIGUES, J.D. **Influência de diferentes níveis de cálcio sobre o desenvolvimento de plantas estilosantes (*Stylohantes guyanensis* (Aubl) cv. Cook), em cultivo hidropônico**. Tese de Livre Docência em Fisiologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

SCAVRONI, J. **Desenvolvimento de *Mentha piperita* L. cultivada com diferentes níveis de biossólido: avaliações fisiológicas, bioquímicas e fitoquímicas**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SIMON, J.E.; QUINN, J. & MURRAY, R.G. Basil: a source of essential oils. In: Janick, J.; Simon, J. E. (Eds.). **Advanced in New Crops**, Timber Press, Portland, OR, 1990, pp.484-489.

STEFANINI, M.B., RODRIGUES, S.D. & MING, L.C. Efeito do ácido giberélico, ethephon e CCC nos índices da análise de crescimento (AFE, RAF e RMF) em erva-cidreira brasileira (*Lippia alba*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 1(1): 15-22, 1998a.

STEFANINI, M.B., RODRIGUES, S.D. & MING, L.C. Efeito do ácido giberélico, CCC e ethephon no conteúdo de biomassa e rendimento de óleo essencial em diferentes épocas de

aplicação em *Lippia Alba* (Mill.) N.E.Br.-Verbenaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, 1(1): 39-48, 1998b.

STOYNOVA, B.E.; KARANOV, E.; PETROV, P. & HALL, M.A. Cell division and cell expansion in cotyledons of arabidopsis seedlings. **New Physiologist**, 162: 471, 2004.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

URCHEI, M.A. **Efeitos de déficits hídricos em três estádios fenológicos da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

VALMORBIDA, J. **Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE REGULADORES VEGETAIS

Adriana Pacheco Barreiro^{3,2}, João Domingos Rodrigues¹

RESUMO: Este estudo objetivou avaliar o efeito dos reguladores vegetais no rendimento e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, SP. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de GA₃, ethephon, cinetina e testemunha, na concentração de 100 mg L⁻¹. As aplicações foram realizadas em três épocas aos 30, 50 e 70 dias após a sementeira e o rendimento do óleo essencial foi avaliado aos 90 dias após a sementeira em dois horários de coleta, realizada às 10 e 17 horas. Para tanto, amostras de 100 g de parte aérea (caule mais folhas) e 50 g de inflorescências foram separadas para a realização da extração do óleo essencial para a determinação do seu volume. Para a análise da composição química dos óleos essenciais, as amostras de óleo foram injetadas em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massa (CG-EM). As plantas tratadas com ethephon apresentaram os maiores rendimentos de óleo essencial, enquanto que plantas tratadas com GA₃ apresentaram os menores rendimentos. A coleta realizada às 10 horas foi a que apresentou os maiores rendimentos de óleo essencial. Os componentes químicos encontrados no óleo essencial foram linalol, geraniol, eugenol, α -guaieno, germacreno D, (E,E)- α -farneseno e epi- α -cadinol. O tratamento com cinetina aumentou o conteúdo de linalol e eugenol enquanto que o tratamento com ethephon aumentou o conteúdo de eugenol.

Palavras-chave: reguladores vegetais, rendimento, óleo essencial, manjeriço.

ABSTRACT: ESSENTIAL OIL YIELD AND COMPOSITION OF BASIL (*Ocimum basilicum* L.) AS AFFECTED BY PLANT GROWTH REGULATORS. This study had the objective of evaluating the effect of plant growth regulators on essential oil yield and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). The experiment was driven out in a greenhouse in the Botany Department, Bioscience Institute, São Paulo State University, UNESP, Botucatu, SP, Brazil. The experiment design was in randomized blocks with four treatments and four replications. Application of GA₃, ethephon, kinetin at the concentration of 100 mg L⁻¹, and a control without plant growth regulators constituted the treatments. The applications were done in three times: 30, 50 and 70 days after planting and the essential oil yield was evaluated 90 days after planting in two harvest moments accomplished at 10 and 17 o'clock. To that effect, 100 g of shoot samples (stem and leaves) and 50 g of inflorescences were separated for essential oil extraction and determination of its volume. For the essential oil chemical analysis, oil samples were injected in a gas chromatograph attached to a mass spectrometer (GC-MS). Plants treated with ethephon had the highest essential oil yield, while plants treated with GA₃ had the lowest yield. The harvest accomplished at 10 o'clock showed the highest essential oil yield. The chemical components found in the essential oil were linalool, geraniol, eugenol, α -guaien, germacren D, (E,E)- α -farnesen and epi- α -cadinol. The treatment with kinetin increased linalool and eugenol content while the treatments with ethephon increased eugenol content.

Keywords: plant growth regulators, yield, essential oil, basil.

⁽³⁾UNESP, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Caixa Postal 510, 18618-000, Botucatu, SP. E-mail: dribarreiro@yahoo.com.br

⁽²⁾ Bolsista FAPESP

1. INTRODUÇÃO

Espécies de *Ocimum* são úteis como fonte de óleo essencial e alguns componentes químicos para as indústrias de perfumaria, cosmética, de alimento e farmacêutica, destacando, em particular, o manjeriço-egípcio que tem sido recomendado como fonte comercial de metil chavicol, borneol e geraniol (Mahmoud, 1996).

De acordo com Lachowicz et al. (1997), o manjeriço-italiano tem sido usado em alimentos, bebidas não alcoólicas, sorvetes, perfumaria, produtos orais e dentais e Rigueiro (1992) relata que essa mesma planta é repelente de insetos (mosquitos, pernilongos e outros), bastando esfregar na pele algumas folhas, enquanto que Simmonds (1998) observou que o linalol atua como inseticida contra moscas e baratas.

Além disso, Singh (1999a) verificou atividade antiúlcera e antiinflamatória do óleo de manjeriço-italiano. Singh (1999b), utilizando óleo a $3,0 \text{ mL kg}^{-1}$ de manjeriço-italiano, obteve como resultado a inibição em 63,34% no edema testado, sendo maior a sua ação do que a da indometacina (10%) ou ácido cafêico (50%) e mais ou menos similar ao produzido pela combinação dos dois.

São inúmeros os fatores que podem afetar a biomassa e qualidade fitoquímica de uma espécie medicinal ou condimentar e Palevitch (1987) exemplifica, entre outros, os seguintes, relacionados aos aspectos agrônômicos como preparo do solo, data de semeadura, espaçamento, herbicidas seletivos, pesticidas, adubação, irrigação, reguladores vegetais, tratamentos de sementes, tratamentos pré-colheita, colheita e pós-colheita.

Os reguladores vegetais influenciam a resposta de muitos órgãos da planta, mas essa resposta depende da espécie, da parte da planta, do estágio de desenvolvimento, da concentração, da interação entre os outros reguladores e vários fatores ambientais. Esses reguladores estão envolvidos nos processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal (Salisbury & Ross, 1992). Em geral, os reguladores vegetais podem ser considerados como ferramentas químicas potenciais e suplementares no manejo de plantas; porém, como são muito ativos são, geralmente, aplicados em pequenas concentrações (Taiz & Zeiger, 2004).

Em relação às plantas medicinais ou aromáticas, os reguladores vegetais controlam o crescimento dessas, resultando em melhora tanto na qualidade quanto na quantidade dos óleos essenciais. Contudo, estudos são necessários para melhorar a produção comercial dos óleos essenciais (Shukla & Farooqi, 1990).

As giberelinas são compostos que estão envolvidos primariamente no controle do alongamento celular e da divisão celular, principalmente dos tecidos caulinares (Juntilla, 1991; Davies, 1995).

Em relação ao etileno, tem sido demonstrado que este regula várias respostas nos vegetais, incluindo a germinação de sementes, a expansão celular, a diferenciação celular, o florescimento, a senescência e a abscisão (Arteca, 1995; Taiz & Zeiger, 2004).

As citocininas são hormônios vegetais envolvidos em numerosos eventos fisiológicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento (Incoll & Jewer, 1987). Além disso, as citocininas atuam na fotossíntese, pois aumentam a formação de proteínas fotossintéticas (rubisco), aceleram a transformação de etioplastos em cloroplastos na presença de luz e promovem a formação de tilacóides (Taiz & Zeiger, 2004). Em alguns estudos, as citocininas parecem estar envolvidas na integração entre raízes e parte aérea. Por exemplo, Dieleman et al. (1998) encontraram que as raízes afetando as respostas fisiológicas da parte aérea estão relacionadas com a concentração de citocinina, provavelmente produzidas nas raízes (Vondrakova et al., 1998).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de reguladores vegetais, como GA₃, cinetina e ethephon, e o período de coleta do material vegetativo no rendimento e composição de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de janeiro a agosto de 2005 em casa de vegetação do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, SP.

Para a instalação do experimento foram utilizadas 5 sementes por vaso da espécie *Ocimum basilicum* L., e após 30 dias foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. As plantas foram submetidas a tratamentos realizados por meio de aplicações foliares realizadas a cada 20 dias, com início aos 30 dias após a semeadura, totalizando 3 aplicações. Os reguladores vegetais aplicados na concentração de 100 mg L⁻¹ foram GA₃, ethephon e cinetina.

O ácido giberélico (GA₃) foi utilizado na forma do produto comercial Pró-Gibb[®] contendo 10% de GA₃, da Sumitomo Corporation do Brasil; o ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) foi utilizado na forma do produto comercial ETHREL[®] contendo 240 g de ácido 2-cloroetilfosfônico por litro do produto, fabricado pela Bayer Crop Science; e a cinetina

utilizada, como produto comercial X-Cyte, contendo 0,04% de cinetina, produzido pela Stoller do Brasil S.A.

As pulverizações, via foliar, foram realizadas com pulverizador manual de 5 L, com bico tipo leque 110 02, pressão de 2,81 Kgf cm⁻² adicionando-se espalhante adesivo não iônico (alquil-fenol-poliglicoleter), utilizando o produto comercial Extravon[®], na concentração de 0,5 mL L⁻¹ de solução, fabricado pela Syngenta Brasil.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições com três vasos. Aos 90 dias após a semeadura, as plantas foram coletadas às 10 e 17 horas para a realização da extração do óleo essencial. Para tanto, de cada vaso foi coletada toda a parte aérea, separando-se as folhas das inflorescências da planta.

Após a realização da coleta, as diferentes partes das plantas foram mantidas em estufa de circulação forçada de ar a 35°C durante 24 horas para eliminar o excesso de umidade das plantas, para facilitar a extração do óleo essencial. Após esse período, as amostras foram mantidas em freezer a -18°C até o momento da extração. Para a extração de óleo da parte aérea foram utilizadas amostras de 100g/repetição e colocadas em balão de fundo chato de 2000 mL, sendo adicionada água destilada até imersão das mesmas e, em seguida, foi realizado o processo de extração, através de arraste do óleo essencial pelo vapor d'água, utilizando-se aparelho do tipo Clevenger. Para as inflorescências foram utilizadas amostras de 50g/repetição, adotando-se o mesmo procedimento. A extração do óleo essencial foi realizada por um período de três horas, sendo considerado o início do processo quando as primeiras gotas de óleo essencial descenderam pelo condensador. Ao final da extração foi feita a leitura do volume (mL) do óleo essencial e, em seguida, o mesmo foi colhido e armazenado em freezer até o momento da análise de sua composição química. O rendimento de óleo essencial foi calculado na parte aérea (folhas e caule) e inflorescências (botão floral, flores em antese e frutos).

A análise da composição química dos óleos essenciais foi conduzida em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometria de massa (CG-EM), Shimadzu modelo QP-500 dotado de coluna capilar DB-5 (30m x 0,25mm x 0,25µm), gás de arraste hélio (fluxo 1,0 mL min⁻¹), injetor a 240°C e detector a 230°C na programação: 60°C – até 240°C, 3°C por minuto, split 1/20; diluição de 2 mg de óleo em 1 mL de acetato de etila; volume injetado de 1µL. Para a identificação das substâncias, os espectros de massa foram comparados aos do banco de dados do sistema CG-EM (Nist. 62 Libr.) e literatura (McLafferty et al., 1989), determinando-se o índice de retenção de Kovats, comparando os mesmos com os citados na literatura (Adams, 1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey, utilizando-se o nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume de óleo essencial da parte aérea de plantas de manjeriço submetidas aos diferentes tratamentos com reguladores vegetais, nos diferentes horários de coleta, pode ser observado na Figura 1.

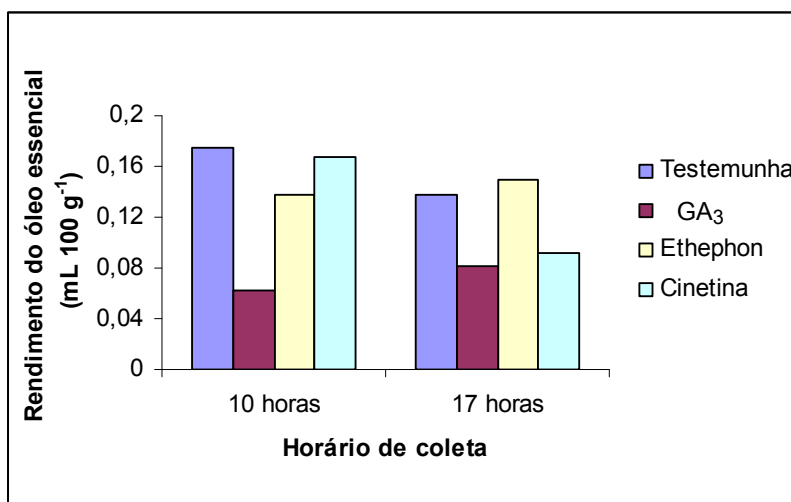


Fig.1. Volume de óleo essencial (mL 100 g⁻¹ de parte aérea) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas a tratamentos com GA₃, ethephon e cinetina, em dois horários de coleta, aos 90 dias após a sementeira. Botucatu, SP, 2005.

De modo geral, plantas tratadas com GA₃ apresentaram menor teor de óleo essencial, enquanto que as plantas tratadas com ethephon e cinetina não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha (Tabela 1).

Tabela 1: Volume do óleo (mL) em 100 g de massa fresca de parte aérea de plantas de *Ocimum basilicum* L., tratadas com diferentes reguladores vegetais, aos 90 dias após a semeadura. Botucatu, SP, 2005.

Tratamentos	Rendimento de óleo essencial (mL)
Testemunha	0,16 A
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	0,07 B
Ethephon 100 mg L ⁻¹	0,14 AB
Cinetina 100 mg L ⁻¹	0,13 AB

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Esses resultados concordam com Mahmoud (1996) que relatou menor rendimento do óleo essencial em *Ocimum basilicum* L. com a aplicação de GA₃ quando comparado com a testemunha. O baixo rendimento de óleo essencial nas plantas tratadas com GA₃ pode ser devido ao fato de que as giberelinas são diterpenóides e estas regulam seu próprio metabolismo, ao desviar ou inibir a transcrição de genes que codificam as enzimas para as vias de biossíntese e degradação de giberelinas (regulação por *feedback* e *feed-forward*, respectivamente). Sendo assim, o nível de giberelinas ativas é mantido com pouca variação, contanto que os precursores estejam disponíveis e as enzimas da biossíntese e da degradação sejam funcionais (Taiz e Zeiger, 2004). Sendo assim, a aplicação de giberelina provoca diminuição da expressão dos genes biossintéticos da GA20-oxidase e GA3-oxidase e um aumento da transcrição do gene de degradação a GA2-oxidase (Hedden e Phillips, 2000; Elliott et al., 2001). Assim, a aplicação de GA₃ pode ter causado degradação da giberelina endógena e ter influenciado no baixo rendimento do óleo essencial devido a sua degradação.

O volume de óleo essencial de inflorescências de plantas de manjeriço submetidas aos diferentes tratamentos com reguladores vegetais, nos diferentes horários de coleta, pode ser observado na Figura 2.

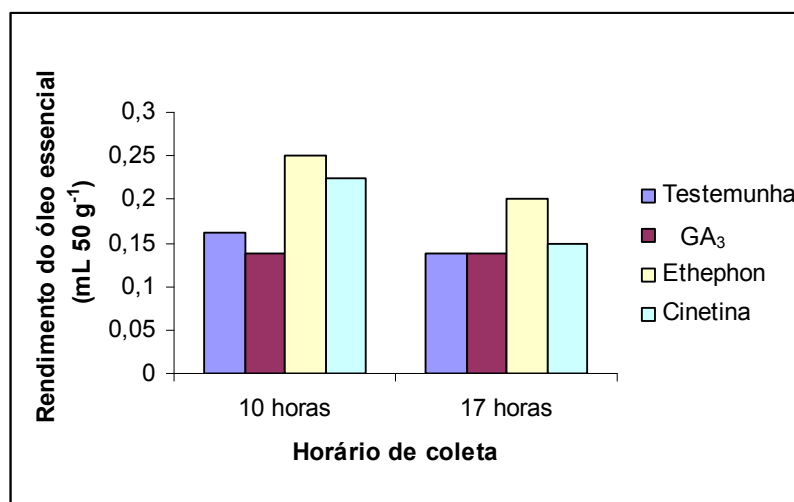


Fig.2. Volume de óleo essencial (mL 50 g⁻¹ de inflorescência) de plantas de *Ocimum basilicum* L. submetidas aos tratamentos com GA₃, Ethephon e Cinetina, em dois horários de coleta, aos 90 dias após a semeadura. Botucatu, SP, 2005.

Em relação à inflorescência, as plantas tratadas com ethephon apresentaram significativo aumento do rendimento de óleo essencial quando comparado à testemunha, enquanto que plantas tratadas com cinetina apresentaram pequeno aumento, porém não significativo (Tabela 2). Srivastava et al. (1998), estudando o efeito do ethephon no crescimento e rendimento de óleo em *Cymbopogon martinii*, observaram aumento do rendimento de óleo essencial e aumento significativo do conteúdo de geraniol. Esses autores ainda relatam que, o aumento do rendimento de óleo essencial foi devido ao aumento da atividade fotossintética das plantas tratadas com ethephon, que resultou no aumento do crescimento dessas plantas e do rendimento de óleo essencial. Pelos resultados observados no presente estudo, o mesmo pode ter ocorrido, pois o rendimento de óleo essencial teve seu valor aumentado em plantas tratadas com esse regulador vegetal. Mahmoud (1996) observou aumento da porcentagem de óleo em plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com cinetina e relatou que esse aumento de rendimento do óleo pode ser devido ao aumento do número de tricomas glandulares por folha nessas plantas. Já as plantas submetidas ao tratamento com GA₃ apresentaram menor teor de óleo essencial, porém não significativo, quando comparado à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2: Volume de óleo (mL) em 50 g de massa fresca de inflorescência de plantas de *Ocimum basilicum* L., tratadas com diferentes reguladores vegetais, aos 90 dias após a semeadura. Botucatu, SP, 2005.

Tratamentos	Rendimento de óleo essencial (mL)
Testemunha	0,15 B
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	0,14 B
Ethephon 100 mg L ⁻¹	0,23 A
Cinetina 100 mg L ⁻¹	0,19 AB

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

De maneira geral, o material vegetal coletado no período da manhã, às 10 horas, apresentou maior rendimento de óleo essencial em relação àquele coletado no período da tarde (17 horas), apesar do mesmo não ter sido significativo em relação à parte aérea (Tabela 3). Esses resultados concordam com aqueles observados por Silva et al. (2003) que observaram maior rendimento do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em plantas coletadas no mês de janeiro, no período da manhã. De acordo com Gonçalves (2000), o óleo essencial do gênero *Ocimum* localiza-se em tricomas e em pêlos glandulares superficiais, sendo essas estruturas fragilizadas pelo ambiente, uma vez que, são de fácil ruptura e de teor muito volátil. Tal fato pode estar relacionado ao menor teor de óleo encontrado nas inflorescências das plantas coletadas às 17 horas do que às 10 horas. O óleo pode ter sido volatilizado durante o dia, em decorrência do aumento da temperatura. Apesar do rendimento de óleo não ter sido significativo em relação à parte aérea, entre os dois horários de coleta, pode-se verificar que às 10 horas o rendimento também foi mais elevado. Logo, recomenda-se, nas condições citadas do presente estudo, que a coleta seja realizada no período da manhã.

Tabela 3: Volume de óleo (mL) em plantas de *Ocimum basilicum* L., tratadas com diferentes reguladores vegetais, aos 90 dias após a semeadura em dois horários de coleta. Botucatu, SP, 2005.

Horário de coleta (horas)	Rendimento de óleo essencial (mL)	
	Parte aérea (mL 100 g ⁻¹)	Inflorescências (mL 50 g ⁻¹)
10 h	0,14 A	0,19 A
17 h	0,12 A	0,16 B

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Os componentes majoritários encontrados no presente estudo foram linalol, geraniol, eugenol, α -guaïeno, germacreno D, (E,E)- α -farneseno e epi- α -cadinol.

Os resultados referentes à composição do óleo essencial da parte aérea de plantas de *Ocimum basilicum* L., coletadas às 10 e às 17 horas, podem ser observados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Linalol foi o composto encontrado em maior quantidade em todos os tratamentos e nos dois horários de coleta. Em ambos os horários de coleta, as plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores valores para o linalol enquanto que, as plantas tratadas com ethephon apresentaram os maiores valores para eugenol. Não houve efeito significativo dos reguladores vegetais sobre os demais componentes do óleo essencial. Além disso, não houve diferença significativa dos componentes do óleo essencial em relação ao horário de coleta das plantas. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Mahmoud (1996), que estudando plantas de *Ocimum basilicum* L. também observou aumento do conteúdo de linalol em plantas tratadas com cinetina a 50 mg L⁻¹. Youssef & Talaat (1998) também obtiveram aumento de linalol quando plantas de *Lavandula officinalis* foram tratadas com cinetina a 20 mg L⁻¹.

Tabela 4: Composição do óleo essencial (%) de parte aérea de plantas de *Ocimum basilicum* L. coletadas às 10 horas, tratadas com diferentes reguladores vegetais a 100 mg L⁻¹. Botucatu, SP, 2005.

Tratamentos	linalol	geraniol	eugenol	α -guaïeno	germacreno D	(E,E)- α -farneseno	epi- α -cadinol
Testemunha	46,15 B	0,92 A	17,10 B	4,64 A	1,79 A	0,96 A	1,13 A
GA3	45,55 B	1,08 A	15,34 B	4,80 A	1,48 A	0,87 A	1,03 A
Ethephon	46,51 AB	1,88 A	31,88 A	2,72 A	0,95 A	0,96 A	0,75 A
Cinetina	57,79 A	1,22 A	24,26 AB	2,33 A	1,44 A	1,26 A	1,32 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Tabela 5: Composição do óleo essencial (%) de parte aérea de plantas de *Ocimum basilicum* L. coletadas às 17 horas, tratadas com diferentes reguladores vegetais a 100 mg L⁻¹. Botucatu, SP, 2005.

Tratamentos	linalol	geraniol	eugenol	α -guaïeno	germacreno D	(E,E)- α -farneseno	epi- α -cadinol
Testemunha	43,13 B	1,91 A	14,60 B	3,21 A	1,02 A	1,13 A	4,23 A
GA3	48,91 AB	1,90 A	19,47 B	3,30 A	1,15 A	1,03 A	5,75 A
Ethephon	53,68 AB	1,02 A	34,94 A	2,72 A	0,93 A	0,75 A	3,01 A
Cinetina	60,13 A	1,79 A	23,89 AB	3,75 A	1,49 A	1,32 A	5,75 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Os resultados referentes à composição do óleo essencial de inflorescências de plantas de *Ocimum basilicum* L., coletadas às 10 e 17 horas, podem ser observados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. O linalol também foi o composto encontrado em maior quantidade nos dois horários de coleta e em todos os tratamentos. Em ambos os horários de coleta, as plantas tratadas com cinetina apresentaram os maiores valores para linalol, embora esses valores não sejam significativos. As plantas tratadas com cinetina e ethephon apresentaram os maiores valores para eugenol nas plantas coletadas às 10 horas. Em relação às plantas coletadas às 17 horas, aquelas tratadas com ethephon apresentaram os maiores valores para eugenol. Não houve efeito significativo dos reguladores vegetais sobre os demais componentes do óleo essencial. Além disso, não houve diferença significativa dos componentes do óleo essencial em relação ao horário de coleta das plantas.

Tabela 6: Composição do óleo essencial (%) de inflorescências de plantas de *Ocimum basilicum* L. coletadas às 10 horas, tratadas com diferentes reguladores vegetais a 100 mg L⁻¹. Botucatu, SP, 2005.

Tratamentos	linalol	geraniol	eugenol	α -guaïeno	germacreno D	(E,E)- α -farneseno	epi- α -cadinol
Testemunha	62,56 A	3,71 A	4,34 B	1,06 A	2,81 A	2,40 A	3,67 A
GA3	63,42 A	3,33 A	10,34 AB	1,15 A	2,59 A	2,66 A	4,67 A
Ethephon	59,58 A	3,79 A	12,53 A	1,06 A	2,77 A	2,36 A	5,80 A
Cinetina	67,02 A	3,41 A	12,54 A	0,86 A	2,49 A	2,67 A	4,18 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Tabela 7: Composição do óleo essencial (%) de inflorescências de plantas de *Ocimum basilicum* L. coletadas às 17 horas, tratadas com diferentes reguladores vegetais a 100 mg L⁻¹. Botucatu, SP, 2005.

Tratamentos	linalol	geraniol	eugenol	α -guaïeno	germacreno D	(E,E)- α -farneseno	epi- α -cadinol
Testemunha	57,13 A	3,80 A	13,47 B	1,16 A	2,54 A	1,78 A	3,65 A
GA3	57,25 A	3,16 A	8,12 B	1,58 A	3,86 A	3,37 A	3,64 A
Ethephon	51,91 A	3,03 A	20,96 A	1,34 A	3,81 A	2,32 A	4,15 A
Cinetina	63,47 A	3,19 A	13,90 AB	1,15 A	2,54 A	2,66 A	4,30 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A coleta realizada no período da manhã foi mais efetiva no rendimento de óleo essencial, provavelmente pelo fato do óleo essencial ter sido volatilizado durante o dia, em decorrência do aumento de temperatura, nas plantas coletadas no período da tarde. O ethephon, além de mostrar-se mais efetivo no aumento do rendimento do óleo essencial, aumentou o conteúdo de eugenol, enquanto que a cinetina aumentou o conteúdo de linalol, sendo este o principal componente encontrado no óleo essencial de *Ocimum basilicum* L.

O eugenol é um fenilpropanóide derivado do ácido cinâmico. Os fenilpropanóides costumam ser voláteis, sendo considerados, juntamente com os monoterpênos, constituintes dos óleos essenciais. A enzima fenilalanina amonioliase (PAL) catalisa a conversão de fenilalanina para formar ácido cinâmico, com perda de uma molécula de amônia (Taiz & Zeiger, 2004). De acordo com Mattoo & Suttle (1991), o ethephon aumenta a síntese e

atividade da PAL, o que pode ter sido responsável pelo aumento do conteúdo de eugenol influenciado por esse regulador.

O aumento do conteúdo de eugenol pela ação da cinetina pode ter sido causado pelo fato desse regulador aumentar a biossíntese de etileno (Taiz & Zeiger, 2004) e, este então, ter aumentado a atividade da PAL, aumentando assim o conteúdo de eugenol.

O aumento do conteúdo de linalol pela cinetina pode ter sido ocasionado pelo fato desse regulador ter influenciado na rota biossintética dos terpenos, pois a citocinina, sendo um meroterpeno, é sintetizada a partir de um derivado de isopreno. Os precursores para a formação destas estruturas de isopreno é o ácido mevalônico ou o piruvato, acrescido de 3-fosfoglicerato, dependendo da rota que esteja envolvida. Esses precursores são convertidos às unidades biológicas de isopreno, o dimetilalil difosfato (DMAPP) ou isopentenil difosfato. O linalol é um monoterpeneo que é formado quando o isopentenil difosfato e DMAPP reagem formando o geranyl difosfato (GPP), uma molécula de 10 carbonos, a partir da qual são formados os monoterpeneos (Taiz & Zeiger, 2004). Assim, como a citocinina está envolvida com a rota dos monoterpeneos, a aplicação de cinetina pode ter influenciado essa rota, aumentando o conteúdo de linalol.

4. CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho em plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com diferentes reguladores vegetais pode-se concluir que:

1^a) Plantas tratadas com GA₃ apresentaram menores rendimentos de óleo essencial na parte aérea das plantas;

2^a) Plantas tratadas com ethephon apresentaram aumento do rendimento de óleo essencial nas inflorescências;

3^a) Plantas coletadas no período da manhã apresentaram maiores rendimentos de óleo essencial em relação ao período da tarde;

4^a) Os componentes químicos do óleo essencial encontrados em maior quantidade foram linalol, geraniol, eugenol, α -guaieno, germacreno D, (E,E)- α -farneseno e epi- α -cadinol. Destes, o linalol foi aquele encontrado em maior quantidade;

5^a) O tratamento com cinetina aumentou o conteúdo de linalol e eugenol, enquanto que o tratamento com ethephon aumentou o conteúdo de eugenol.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro concedido para a execução deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDESUQUY, H.S. & IBRAHIM, A.H. Interactive effect of seawater and growth bioregulators on water relations, abscisic acid concentration and yield of wheat plants. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 187(3): 185-193, 2001.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. 1995. 332p.

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**, 6(2): 157-163, 2003.

DAS, B.C.; BEHERA, P.; PANDA, P.K. & NAYAK, B. Studies on the effect of growth regulators on growth of *Salvia splendens*, Ker Gawal). **Orissa Journal of Horticulture**, 27(2): 5-9, 1999.

DAVIES, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P. J. (Ed). **Plant hormones; physiology, biochemistry and molecular biology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1995. 833p.

DIELEMAN, J.A.; VERSTAPPEN, F.W.A. & KUIPER, D. Bud break and cytokinin concentration in bleeding sap of *Rosa hybrida* as affected by the genotype of the rootstock. **Journal of Plant Physiology**, 152: 468-472, 1998.

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**, 3(1): 83-87, 1976.

GOSS, J.A. **Physiology of plants and their cells**. New York. Pergamon, 1973. 457p.

HASSAN, A. & CHAUDHRY, N.Y. Effects of growth hormones i.e., GA₃ and Kinetin and Heavy metal i.e., Pb(NO₃)₂ on the seedlings of *Cucumis sativus* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 7(8): 1453-1462, 2004.

HAYAT, S.; AHMAD, A.; MOBIN, M.; FARIDUDDIN, Q. & AZAM, Z.M. Carbonic anhydrase, photosynthesis, and seed yield in mustard plants treated with phytohormones. **Photosynthetica**, 39(1): 111-114, 2001.

INCOLL, L.D. & JEWER, P.C. Cytokinins and water relations of whole plants. In: HORGAN, R., JEFFCOAT, B. (Eds). **Cytokinins: plant hormones in search of a role**. British Plant Growth Regulator Groups Monograph 14, 1987. p.85-98.

JUNTILLA, O. Gibberellins and the regulation of shoot elongation in woody plants. In: TAKAHASHI, N., PHINNEY, B. O., MAC MILLAN, J. (Eds). **Gibberellins**. Berlin: Springer Verlag, 1991. p.199-209.

KHAN, N.A.; LONE, N.A. & SAMIULLAH. Response of mustard (*Brassica juncea* L.) to applied nitrogen with or without ethrel spray under non-irrigated conditions. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 184(1): 63-66, 2000.

KHAN, N.A.; MIR, R.; KHAN, M.; JAVID, S. & SAMIULLAH. Effects of gibberellic acid spray on nitrogen yield efficiency of mustard grown with different nitrogen levels. **Plant Growth Regulation**, 38: 243-247, 2002.

LACHOWICZ, K.J.; JONES, G.P.; BRIGGS, D.R.; BIENVENU, F.E.; PALMER, M.V.; MISHRA, V. & HUNTER, M.M. Characteristics of plants and plant extracts from five varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Austrália. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, 45: 2660-2665, 1997.

MAHMOUD, S.E.D.M. Response of growth and essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to some natural hormones. **Acta Horticulturae**, 426: 629-634, 1996.

MATTOO, A.K. & SUTTLE, J.C. **The plant hormone ethylene**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 337p.

MISRA, M. 1995. 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**, 17(4): 367-370.

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

RIGUEIRO, M.P. **Plantas que curam**. 5 ed. São Paulo: Paulus, 1992. p.95-96.

RODRIGUES, J.D. **Influência de diferentes níveis de cálcio sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv. Cook), em cultivo hidropônico**. Botucatu, 1990. 180p. Tese de Livre Docência. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.

SHUKLA, A. & FAROOQI, A.H.A. Utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. **Current Research on Medicinal and Aromatic Plants**, 12(3): 152-157, 1990.

SIMMONDS, M.S.J. Chemoecology: the legacy left by Tony Swain. **Phytochemistry**, 49(5): 1183-1190, 1998.

SINGH, S. Mechanism of action of antiinflammatory effect of fixed oil of *Ocimum basilicum* Linn. **Indian Journal of Experimental Biology**, 37(3): 248-252, 1999(a).

SINGH, S. Evaluation of gastric anti-ulcer activity of fixed oil of *Ocimum basilicum* Linn. and its possible mechanism of action. **Indian Journal of Experimental Biology**, 37(3): 253-257, 1999(b).

SINGH, P.; SRIVASTAVA, N.K.; MISHRA, A. & SHARMA, S. Influence of ethrel and gibberellic acid on carbon metabolism, growth, and essential oil accumulation in spearmint (*Mentha spicata*). **Photosynthetica**, 36(4): 509-517, 1999.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAMARI, G.; PAPPAS, L.; ZERED, T. & BOROCHOV, A. Effects of ethrel and gibberellin on impatiens plants. **Scientia Horticulturae**, 76(1-2): 29-35, 1998.

VONDRAKOVA, Z.; KREKULE, J. & MACHAKOVA, I. Is the root effect on flowering of *Chenopodium rubrum* mediated by cytokinins? **Journal of Plant Growth Regulation**, 17: 115-119, 1998.

YOUSSEF, A.A. & TALAAT, I.M. Physiological effect of brassinosteroid and kinetin on the growth and chemical constituents of lavender plant. **Annals of Agricultural Science (Cairo)**, 43(1): 261-272, 1998.

ZHOU, X.M.; MACKENZIE, A.F.; MADRAMOOTOO, C.A. & SMITH, D.L. Effects of stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 183: 103-110, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas tratadas com cinetina apresentaram maior desenvolvimento, avaliado pela altura, área foliar, massa seca de folha, de caule, de raiz e total das plantas, provavelmente devido aos efeitos que esse regulador exerce nas plantas, como a divisão celular, expansão celular em folhas, atraso da senescência, alteração da relação fonte-dreno e desenvolvimento dos cloroplastos.

Quando as plantas foram submetidas ao tratamento com GA₃ houve aumento da altura das plantas, porém esse aumento não refletiu em aumento significativo da massa seca de caule até a quarta coleta.

Os índices fisiológicos avaliados, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa assimilatória líquida e área foliar específica foram influenciados positivamente pela cinetina.

As plantas submetidas ao tratamento com ethephon, apesar de terem apresentado comportamento crescente da taxa assimilatória líquida, apresentaram os menores valores para essa variável, quando comparado aos demais tratamentos. Além disso, essas plantas apresentaram os menores valores para a taxa de crescimento relativo e área foliar específica.

Já aquelas submetidas ao tratamento com GA₃ tenderam a estabilizar a taxa assimilatória líquida do início ao final do período estudado. Apresentaram ainda, os menores valores para a razão de área foliar e comportamento semelhante às plantas tratadas com ethephon para a área foliar específica.

As plantas tratadas com GA₃ apresentaram menores rendimentos de óleo essencial na parte aérea das plantas, enquanto que plantas tratadas com ethephon apresentaram aumento do rendimento de óleo essencial das inflorescências.

Os maiores rendimentos de óleo essencial foram obtidos na coleta realizada no período da manhã, provavelmente devido o fato dos tricomas, local onde ocorre a síntese dos óleos essenciais, serem estruturas de fácil ruptura, que pode ter sido ocasionada pelo aumento da temperatura durante o dia, volatilizando o óleo essencial, ocasionando menores rendimentos no período da tarde.

Os componentes químicos do óleo essencial encontrados em maior quantidade foram linalol, geraniol, eugenol, α -guaïeno, germacreno D, (E,E)- α -farneseno e epi- α -cadinol. Destes, o linalol foi aquele encontrado em maior quantidade.

O tratamento com cinetina aumentou o conteúdo de linalol e eugenol, enquanto que o tratamento com ethephon aumentou o conteúdo de eugenol. O ethephon pode ter sido

responsável pelo aumento da atividade da enzima PAL, o que pode ter levado ao aumento do conteúdo de eugenol. O aumento do conteúdo de eugenol pela ação da cinetina pode ter sido pelo fato desse regulador aumentar a biossíntese de etileno (Taiz & Zeiger, 2004) e, este então ter aumentado a atividade da PAL, aumentando assim o conteúdo de eugenol.

O aumento do conteúdo de linalol pela cinetina pode ter sido ocasionado pelo fato desse regulador ter influenciado na rota biossintética dos terpenos, pois a citocinina é sintetizada a partir de um derivado de isopreno. Os precursores para a formação destas estruturas de isopreno é o ácido mevalônico ou o piruvato, acrescido de 3-fosfoglicerato, dependendo da rota que esteja envolvida. Esses precursores são convertidos às unidades biológicas de isopreno, o dimetilalil difosfato (DMAPP) ou isopentenil difosfato. O linalol é um monoterpeneo que é formado quando isopentenil difosfato e DMAPP reagem e formam o geranyl difosfato (GPP), uma molécula de 10 carbonos, a partir da qual são formados os monoterpeneos (Taiz & Zeiger, 2004). Assim, como a citocinina está envolvida com a rota dos monoterpeneos, a aplicação de cinetina pode ter influenciado essa rota, aumentando o conteúdo de linalol.

As plantas tratadas com cinetina a 100 mg L^{-1} e coletadas no período da manhã foram aquelas que apresentaram maior desenvolvimento e melhores resultados em relação ao óleo essencial, ou seja, rendimento e composição química.

CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho em plantas de *Ocimum basilicum* L. tratadas com diferentes reguladores vegetais pode-se concluir que:

1º) O regulador vegetal, cinetina, promoveu maior desenvolvimento das plantas, avaliados pela altura, área foliar, massa seca de folha, caule, raiz e total das plantas;

2º) Os índices fisiológicos da análise de crescimento, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa assimilatória líquida e área foliar específica foram influenciados positivamente pelo tratamento com cinetina;

3º) As plantas tratadas com ethephon apresentaram os maiores rendimentos de óleo essencial, enquanto que as plantas tratadas com GA₃ apresentaram os menores rendimentos;

4º) A coleta realizada às 10 horas foi aquela que apresentou os maiores rendimentos de óleo essencial;

5º) Os componentes químicos encontrados no óleo essencial foram linalol, geraniol, eugenol, α -guaieno, germacreno D, (E,E)- α -farneseno e epi- α -cadinol e

6º) O tratamento com cinetina aumentou o conteúdo de linalol e eugenol enquanto que o tratamento com ethephon aumentou o conteúdo de eugenol.

7º) Diante dos resultados observados, sugere-se a aplicação de cinetina a 100 mg L⁻¹ para obtenção de maior desenvolvimento de plantas de *Ocimum basilicum* L., e ainda que a coleta das plantas, para a obtenção de óleo essencial, seja realizada no período da manhã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W. & SALTVEIT, M.E. **Ethylene in Plant Biology**. 2.ed. Academic Press, San Diego, CA, USA. 1992. 414p.

AGUIAR NETTO, A.O. **Crescimento e produtividade da cultura da batata (*Solanum tuberosum* spp *tuberosum*) cultivar Aracy, submetida a diferentes lâminas de irrigação**. Tese de Doutorado em Agronomia. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

AKISUE, G. Um novo aparelho extrator de óleo essencial. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 44: 158-160, 1972.

ALDESUQUY, H.S. & IBRAHIM, A.H. Interactive effect of seawater and growth bioregulators on water relations, abscisic acid concentration and yield of wheat plants. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 187(3): 185-193, 2001.

AMICO, F.P. & SORCE, E.G. Medicinal plants and phytotherapy in Mussomeli area (Caltanissetta, Sicily, Italy). **Fitoterapia**, 68(2): 143-159, 1997.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances: principles and applications**. 1995. 332p.

BARLEY, L.H. **Manual of Cultivated Plants**, MacMillan, New York, 1924.

BARROSO, G. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Imprensa da Universidade Federal de Viçosa, 1986. 326p.

BASKER, D. & PUTIEVSKY, E. Seasonal variation in the yields of herb and essential oil in some Labiatae species. **Journal of Horticultural Science**, 52: 179-184, 1978.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.

BISSET, N.G. **Herbal drugs and phytopharmaceuticals: a handbook for practice on a scientific basis.** Stuttgart: Medpharm, 1994. p.104-105.

BONNARDEAUX, J. The effect of different harvesting methods on the yield and quality of basil oil in the Ord River Irrigation Area. **Journal of Essential Oil Research**, 4(1): 65-9, 1992.

BOURGAUD, F.; GRAVOT, A.; MILESI, S. & GONTIER, E. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. **Plant Science**, 161: 839-851, 2001.

BOWN, D. **Enciclopedia of herbs & their uses.** London: Dorling Kindersley, 1995. p.166-167.

BUSTAMANTE, F.M.L. **Plantas medicinales y aromáticas.** Madrid: Mundi Prensa, 1993. p.85-88.

CASTRO, P.R.C. Análise de crescimento do amendoimzeiro (*Achis hypogaea* L.) com relação à infestação de pragas. **Anu. Esc. Super. Agric. Luiz de Querioz**, 31: 207-215, 1974.

CASTRO, L.O. & CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** Guaíba: Agropecuária, 1995, 196p.

CECY, C. **Farmacognosia.** Curitiba: Fundação Caetano Muñoz da Rocha, 1989. 52p.

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**, 115(3): 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**, 6(2): 157-163, 2003.

CHAVAN, S.R. & NIKAM, S.T. Mosquito larvicidal activity of *Ocimum basilicum* L. **Indian Journal of Medical Research**, 75: 220-222, 1982.

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

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

CORRÊA, A.D.; SIQUEIRA-BATISTA, R. & QUINTAS, L.E.M. **Plantas medicinais: do cultivo à terapêutica**. Rio de Janeiro: Vozes. 1998.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C. & SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2 ed. Jaboticabal, FUNEP. 1994.

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

DARRAH, H.H. Investigation of the cultivars of the basil (*Ocimum*). **Economic Botany**, 28: 63-67, 1974.

DARRAH, H.H. **The Cultivated Basil**, Buckeye Printing, Independence, MO, 1998.

DAS, B.C.; BEHERA, P.; PANDA, P.K. & NAYAK, B. Studies on the effect of growth regulators on growth of salvia (*Salvia splendens* Ker Gawal). **Orissa Journal of Horticulture**, 27(2): 5-9, 1999.

DAVIES, P.J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P. J. (Ed). **Plant hormones; physiology, biochemistry and molecular biology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1995. 833p.

DESHPANDE, R.S. & TIPNIS, H.P. Insecticidal activity of *Ocimum basilicum* L. **Pesticides**, 11: 1-12, 1997.

DIELEMAN, J.A.; VERSTAPPEN, F.W.A. & KUIPER, D. Bud break and cytokinin concentration in bleeding sap of *Rosa hybrida* as affected by the genotype of the rootstock. **Journal of Plant Physiology**, 152: 468-472, 1998.

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**, 3(1): 83-87, 1976.

EL-KELTAWI, N.E. & CROTEAU, R. Influence of ethephon and daminozid on growth and essential oil content of peppermint and sage. **Phytochemistry**, 25(6): 1285-1288, 1986.

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

EL-SAHHAR, K.F.; FOUAD, M.K.; FAHMI, R. & RIAD, F. Effect of gibberellic acid (GA₃) on some botanical and chemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Annals of Agricultural Science (Cairo)**, 29(1): 401-414, 1984.

ELISABETH, M.P. & AMPARO, V.P. Determination of volatile constituents of sweet basil (*Ocimum* spp.) by two extraction methods. **Revista Colombiana de Química**, 28(1): 65-74, 1999.

FAHN, A. Secretory tissue in vascular plant. **New Phytologist**, 108: 229-257, 1988.

FALKENBERG, M.B.; SANTOS, R.I.; SIMÕES, C.M.O. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANG, G. (Eds.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. p.163-179.

FERREIRA, E. **Ajustamento osmótico e análise de crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

FRANZ, C. Genetics. In: HAY, R.K.M.; WATERMAN, P.G. **Volatiles oil crops: their biology biochemistry and production**. Essex: Longman Group, 1993. p.63-96.

FUENTES, V. & GRANDA, M. **Conozca las plantas medicinales**. Ciudad de La Habana, Editorial Científico-Técnica, 1997. p.176-177.

FURLAN, M.R. **Efeito da adubação com N-P₂O₅-K₂O sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivar Genovese.** Botucatu, 2000. 172f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

GOSS, J.A. **Physiology of plants and their cells.** New York. Pergamon, 1973. 457p.

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

GUPTA, S.C. Variation in herbage yield, oil yield and major component of various *Ocimum* species/varieties (chemotypes) harvested at different stages of maturity. **Journal of Essential Oil Research**, 8(3): 275-279, 1996.

HASSAN, A. & CHAUDHRY, N.Y. Effects of growth hormones i.e., GA₃ and Kinetin and Heavy metal i.e., Pb(NO₃)₂ on the seedlings of *Cucumis sativus* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 7(8): 1453-1462, 2004.

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. 185p.

HAYAT, S.; AHMAD, A.; MOBIN, M.; FARIDUDDIN, Q. & AZAM, Z.M. Carbonic anhydrase, photosynthesis, and seed yield in mustard plants treated with phytohormones. **Photosynthetica**, 39(1): 111-114, 2001.

HEYWOOD, V.H. **Flowering plants of the world.** New York: Oxford University Press. 1993. 620p.

INCOLL, L.D. & JEWER, P.C. Cytokinins and water relations of whole plants. In: HORGAN, R., JEFFCOAT, B. (Eds). **Cytokinins: plant hormones in search of a role.** British Plant Growth Regulator Groups Monograph 14, 1987. p.85-98.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1993, 777p.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant systematics: a phylogenetic approach.** Sunderland: Sinauer Associates, 1999. 464p.

JUNTILLA, O. Gibberellins and the regulation of shoot elongation in woody plants. In: TAKAHASHI, N., PHINNEY, B. O., MAC MILLAN, J. (Eds). **Gibberellins.** Berlin: Springer Verlag, 1991. p.199-209.

KENDE, H. & ZEEVAART, J.A.D. The five “classical” plant hormones. **The Plant Cell**, 9 (7): 1197-1210, 1997.

KHAN, N.A.; LONE, N.A. & SAMIULLAH. Response of mustard (*Brassica juncea* L.) to applied nitrogen with or without ethrel spray under non-irrigated conditions. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 184(1): 63-66, 2000.

KHAN, N.A.; MIR, R.; KHAN, M.; JAVID, S. & SAMIULLAH. Effects of gibberellic acid spray on nitrogen yield efficiency of mustard grown with different nitrogen levels. **Plant Growth Regulation**, 38(3): 243-247, 2002.

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**, 77(1): 67-72, 2002.

KHOSLA, M.K. & SOBTI, S.N. Karyomorphological studies in genus *Ocimum* II. Sanctum group. **Citologia**, 50: 253-263, 1985.

LACHOWICZ, K.J.; JONES, G.P.; BRIGGS, D.R.; BIENVENU, F.E.; PALMER, M.V.; MISHRA, V. & HUNTER, M.M. Characteristics of plants and plant extracts from five

varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Austrália. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, 45: 2660-2665, 1997.

LOUGHRIN, J.H. & KASPERBAUER, M.J.L. Light reflected from colored mulches affects aroma and phenolic content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49 (3): 1331-1335, 2001.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1986. v.1, p.331-350.

MAHMOUD, S.E.D.M. Response of growth and essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to some natural hormones. **Acta Horticulturae**, 426: 629-634, 1996.

MANN, J. **Secondary metabolism**. 2 ed. Oxford: Clarendon Press, 1995. 374p.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D.C. & DIAS, J.F. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1995. 220p.

MARTINS, R.E.; MELO DE CASTRO, D.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas Medicinais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 1998, 220p.

MATTOO, A.K. & SUTTLE, J.C. **The plant hormone ethylene**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 337p.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of dicotyledons: The plant surface**. Oxford: Claren, 1: 98-116, 1979.

MILTHORPE, F.L. & MOORBY, J. Some aspects of overall growth and its modification. In: Milthorpe, F.L. & Moorby, J. **An introduction to crop physiology**, pp.152. Cambridge University Press, London, 1974.

MING, L.C. Estudo e pesquisa de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, 12(1): 3-9, 1994.

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**, 17(4): 367-370, 1995.

MODAWI, B.M.; DUPREY, R.J.H.; EL MAGBOUL, A.Z.I. & SATTI, A.M. Constituents of the essential oil of *Ocimum basilicum* var. *thyrsiflorum*. **Fitoterapia**, 55(1): 60, 1984.

MONTES-BELMONT, R. & CARVAJAL, M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Protection**, 61(5): 616-619, 1998.

MOREIRA, J.A.A. **Efeitos de tensão da água do solo e do parcelamento da adubação nitrogenada, sobre o crescimento e a produtividade de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

MORRIS, J.A.; KLETTRY, A.; SEITZ, E.W.M. Antimicrobial activity of aroma chemicals and essential oils. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 56: 595-603, 1979.

MOUSA, G.T. & EL-EMARY, N.A. Foliar application of giberellic acid and maleic hydrazide related with yield of herb and oil content of sweet basil. **Acta Horticulturae**, 132: 257-263, 1983.

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

NISHIMURA, C.; OHASHI, Y.; SATO, S.; KATO, T.; TABATA, S. & UEGUCHI, C. Histidine kinase homologs that acts as cytokinin receptors possess overlapping functions in the regulation of shoot and root growth in Arabidopsis. **The Plant Cell**, 16: 1365-1377, 2004.

NYKANEM, I. The effect of cultivation on the composition of basil oil. **Flavour and Fragrance Journal**, 4(3): 125-128, 1989.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. & AKISUE, M.K. **Farmacognosia**. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Atheneu. 1996. p.13.

OZEK, T.; BEIS, S.H.; DEMIRCAKMAK, B. & BASER, K.H.C. Composition of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Turkey. **Journal of Essential Oil Research**, 7(2): 203-205, 1995.

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

PORTES, T.A. & CASTRO JUNIOR, L.G. Análise de crescimento de plantas: Um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 3: 53-56, 1991.

POVH, J.A. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de *Salvia officinalis* L. e na produção de óleo essencial.** Botucatu, 2004. 102p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

PRASAD, G.; KUMAN, A.; SINGH, A.K.; BHATTACHARYA, A.K.; SINGH, K.; SHARMA, V.D. Antimicrobial activity of essential oils of some *Ocimum* spices and clove oil. **Fitoterapia**, 57(6): 429-432, 1985.

RAO, E.V.S.P.; BHATTACHARYA, A.K.; SINGH, K.; KAUL, P.N.; SINGH, C.P. Growth, biomass production and essential oil profile of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by plant growth regulators. **Pafai Journal**, 19: 11-14, 1997.

RICE, E.L. Allelopaty an update. **Botanical Review**, 45(1): 15-109, 1979.

RIGUEIRO, M.P. **Plantas que curam.** 5 ed. São Paulo: Paulus, 1992. p.95-6.

RODRIGUES, J.D. **Influência de diferentes níveis de cálcio sobre o desenvolvimento de plantas estilosas (*Stylohantes guyanensis* (Aubl) cv. Cook), em cultivo hidropônico.** Tese de Livre Docência em Fisiologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1990.

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

RUBERTO, G.; SPADARO, A.; PIATELLI, M.; PIOZZI, F. & PASSANNANTI, S. Volatile flavor components of *Ocimum basilicum* var. *hispidum* (Lam.) Chiov. **Flavor and Fragrance Journal**, 6(3): 225-227, 1991.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.

SAMY, R.P.; IGNACIMUTHU, S. & RAJA, D.P. Preliminary screening of ethnomedicinal plants from Índia. **Journal of Ethnopharmacology**, 66: 235-240, 1999.

SCAVRONI, J. **Desenvolvimento de *Mentha piperita* L. cultivada com diferentes níveis de biossólido: avaliações fisiológicas, bioquímicas e fitoquímicas**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SHEEN, L.Y.; OU, Y.H.T. & TSAI, S.J. Flavor characteristics compounds found in the essential oil of *Ocimum basilicum* L. with sensory evaluation and statistical analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 39(35): 939-943, 1991.

SHEDEED, M.R.; EL-GAMASSY, K.M.; HASHIM, M.E. & KANDEEL, A.M. Physiological studies on the growth, oil yield and chemical constituents in basil plant, *Ocimum basilicum* L. **Annals of Agricultural Science (Cairo)**, 35: 971-979, 1990.

SHUKLA, A. & FAROOQI, A.H.A. Utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. **Current Research on Medicinal and Aromatic Plants**, 12(3): 152-157, 1990.

SILVA, F. & CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa: UFV/DFT, 2000. 135p.

SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; ANDRADE, N.J. Qualidade pós-colheita de três plantas medicinais armazenadas em três embalagens. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 1998, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**, 1998. v.2, p.192.

SIMMONDS, M.S.J. Chemoecology: the legacy left by Tony Swain. **Phytochemistry**, 49(5): 1183-1190, 1998.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAN, G. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Ed. Da Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 821p.

SIMÕES, C.M.O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A. & PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 1 ed. Porto Alegre; Florianópolis: UFRGS/UFSC, 1999. 821p.

SIMÕES, C.M.O. & SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G. (Eds). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. p.394-412.

SIMON, J.E.; QUINN, J. & MURRAY, R.G. Basil: a source of essential oils. In: Janick, J.; Simon, J. E. (Eds.). **Advanced in New Crops**, Timber Press, Portland, OR, 1990, pp.484-489.

SIMON, J.E.; REISS-BUBENHEIM, D.; JOLY, R. & CHARLES, D.J. Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. **Journal of Essential Oil Research**, 4(1): 71-75, 1992.

SINGH, S. Mechanism of action of antiinflammatory effect of fixed oil of *Ocimum basilicum* Linn. **Indian Journal of Experimental Biology**, 37(3): 248-252, 1999(a).

SINGH, S. Evaluation of gastric anti-ulcer activity of fixed oil of *Ocimum basilicum* Linn. and its possible mechanism of action. **Indian Journal of Experimental Biology**, 37(3): 253-257, 1999(b).

SINGH, R.S. & BORDOLOI, D.N. Changes in the linalool and methyl cinnamate amounts in a methyl cinnamate-rich clone of *Ocimum basilicum* at different growth stages. **Journal of Essential Oil Research**, 3(6): 475-476, 1991.

SINGH, P. & MISRA, A. Influence of gibberellin and ethrel on growth, chlorophyll content, protein, enzyme activities and essential monoterpene oil in a efficient genotype of *Mentha*

spicata var. MSS5. **Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences**, 22-23(4A-1A): 283-286, 2001.

SINGH, P.; SRIVASTAVA, N.K.; MISHRA, A.; SHARMA, S. Influence of ethrel and gibberellic acid on carbon metabolism, growth, and essential oil accumulation in spearmint (*Mentha spicata*). **Photosynthetica**, 36(4): 509-517, 1999.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

STEFANINI, M.B., RODRIGUES, S.D. & MING, L.C. Efeito do ácido giberélico, ethephon e CCC nos índices da análise de crescimento (AFE, RAF e RMF) em erva-cidreira brasileira (*Lippia alba*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 1(1): 15-22, 1998a.

STEFANINI, M.B., RODRIGUES, S.D. & MING, L.C. Efeito do ácido giberélico, CCC e ethephon no conteúdo de biomassa e rendimento de óleo essencial em diferentes épocas de aplicação em *Lippia Alba* (Mill.) N.E.Br.-Verbenaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 1(1): 39-48, 1998b.

STOWE, B.B. & TAMAKI, T. Gibberellins stimulants of plant growth. **Science**, 129: 807, 1959.

STOYNOVA, B.E.; KARANOV, E.; PETROV, P. & HALL, M.A. Cell division and cell expansion in cotyledons of arabidopsis seedlings. **New Physiologist**, 162: 471, 2004.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAMARI, G.; PAPPA, L.; ZERED, T. & BOROCHOV, A. Effects of ethrel and gibberellin on impatiens plants. **Scientia Horticulturae**, 76(1-2): 29-35, 1998.

TEIXEIRA, J.P.F.; MARQUES, M.O.M.; FURLANI, P.R.; FACANALLI, R. Óleo essencial de duas variedades de manjeriço em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, 18(suplemento especial): 982-983, 2000.

TERPÓ, A. Taxonomy of medicinal plants. In: HORNOK, L. **Cultivation and processing of medicinal plants**. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons. 1992. p. 42-54.

TOMKINS, J.P.; HALL, M.H. Stimulation of alfafa bud and shoot development with cytokinins. **Agronomy Journal**, 83(3): 577-581, 1991.

TYLER, V.E.; BRADY, L.R.; ROBERTS, J.E. **Pharmacognosy**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988. 519p.

URCHEI, M.A. **Efeitos de déficits hídricos em três estádios fenológicos da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

VALMORBIDA, J. **Níveis de potássio em solução nutritive, desenvolvimento de plantas e a produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, 2003, 128f.

VIDAL, W.N. & VIDAL, M.R.R. **Taxonomia**. Viçosa: UFV, 2000. 89p. (Cadernos didáticos, 57).

VIEIRA, R.F. & SIMON, J.E. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economic Botany**, 54: 207-216, 2000.

VITURRO, C.I.; MOLINA, A.C.; VILLA, W.C.; SAAVEDRA, O.N.; ZAMPINI, M., GOZALVEZ, M. & GARCIA, E. Ensayos preliminares de adaptación de *Ocimum basilicum*, *Coriandrum sativum* y *Satureja hortensis* en Jujuy. In: CONGRESO MUNDIAL DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES PARA EL BIENESTAR DE LA HUMANIDAD, 2, 1997, Mendoza. **Resumos...** Mendoza : ICMAP, ISHS, SAIPA, 1997. p.p-008.

von HERTWIG, I.F. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização**. 2 ed. São Paulo, Ícone, 1991. p.314-25.

VONDRAKOVA, Z.; KREKULE, J. & MACHAKOVA, I. Is the root effect on flowering of *Chenopodium rubrum* mediated by cytokinins? **Journal of Plant Growth Regulation**, 17: 115-119, 1998.

WERKER, E.; PUTIEVSKY, E. & RAVID, U. Glandular hairs and essential oil developing leaves of *Ocimum basilicum* (Lamiaceae). **Annals of Botany**, 73: 43-50, 1993.

YOUSSEF, A.A. & TALAAT, I.M. Physiological effect of brassinosteroid and kinetin on the growth and chemical constituents of lavender plant. **Annals of Agricultural Science Cairo**, 43(1): 261-272, 1998.

ZELNIK, R.; RABENHORST, E.; MATIDA, K.A.; GOTTLIEB, H.E.; LAVIE, D. & PANIZZA, S. Ibozol, a new diterpenoid from *Iboza riparia*. **Phytochemistry**, 17(10): 1795-1797, 1978.

ZHOU, X.M.; MACKENZIE, A.F.; MADRAMOOTOO, C.A. & SMITH, D.L. Effects on stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. **Journal of Agronomy and Crop Science**, 183(2): 103-110, 1999.

ZOLLO, P.H.A.; BIYITI, L.; TCHOUMBOUGNANG, F.; MENUT, C.; LAMATY, G. & BOUCHET, P. Aromatic plants of tropical central Africa. Part XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. **Flavour and Fragrance Journal**. 13(2): 107-114, 1998.

APÊNDICE

Tabela 1. Altura de plantas (cm) de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas realizadas.

Tratamentos	Repetição	Coletas (dias após a semeadura)				
		1 ^a (50)	2 ^a (64)	3 ^a (78)	4 ^a (92)	5 ^a (106)
Testemunha	1	26,50	48,50	52,50	61,50	66,00
	2	28,00	48,00	51,00	60,00	65,00
	3	26,00	50,00	58,00	65,00	67,00
	4	26,50	48,00	48,00	56,00	63,00
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	40,00	46,00	55,00	73,00	80,50
	2	35,00	51,00	60,00	69,00	70,00
	3	36,00	51,50	52,50	78,00	84,00
	4	34,50	50,50	58,80	75,00	77,00
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	30,00	36,00	42,00	42,00	51,00
	2	31,50	38,00	36,50	49,00	51,00
	3	29,50	38,00	43,00	38,00	59,00
	4	31,00	38,00	36,00	51,00	63,00
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	26,00	47,00	54,00	88,00	88,50
	2	31,00	44,50	53,00	87,00	95,00
	3	27,00	49,50	68,00	88,00	103,00
	4	30,00	48,50	62,00	84,00	87,00

Tabela 2. Área foliar (dm²) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas realizadas.

Tratamentos	Repetição	Coletas (dias após a semeadura)				
		1 ^a (50)	2 ^a (64)	3 ^a (78)	4 ^a (92)	5 ^a (106)
Testemunha	1	0,83	1,70	2,11	6,24	8,04
	2	0,97	1,84	3,28	4,69	6,28
	3	0,96	2,78	5,10	5,39	6,39
	4	1,36	1,86	3,70	7,09	7,25
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	0,98	1,11	1,02	3,36	6,79
	2	1,04	0,81	3,84	3,61	4,70
	3	1,08	2,17	2,34	5,34	5,52
	4	0,89	1,07	2,43	4,24	4,67
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	1,04	1,41	2,87	4,41	6,85
	2	0,22	2,31	1,63	6,11	5,52
	3	1,34	1,55	2,06	2,35	5,87
	4	1,41	0,58	2,84	5,65	4,01
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	1,23	3,97	10,11	26,44	33,70
	2	1,93	3,22	7,62	21,80	32,76
	3	0,82	2,29	7,89	28,35	38,74
	4	1,89	3,23	9,68	29,96	25,04

Tabela 3. Massa seca de folhas (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas realizadas.

Tratamentos	Repetição	Coletas (dias após a semeadura)				
		1 ^a (50)	2 ^a (64)	3 ^a (78)	4 ^a (92)	5 ^a (106)
Testemunha	1	0,26	0,90	1,32	3,96	5,38
	2	0,36	0,94	2,01	4,82	4,15
	3	0,37	1,23	3,84	3,00	4,57
	4	0,53	0,89	2,85	3,72	5,41
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	0,35	0,80	0,64	1,09	5,02
	2	0,34	0,55	2,15	1,72	4,80
	3	0,40	1,10	1,18	4,14	4,90
	4	0,36	0,78	1,32	2,22	3,91
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	0,49	0,90	1,11	3,79	5,40
	2	0,26	0,95	0,88	4,85	4,80
	3	0,53	0,95	1,72	1,74	3,23
	4	0,60	0,50	1,09	3,39	2,88
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	0,70	1,80	4,13	13,41	23,18
	2	0,73	1,32	3,06	10,03	25,03
	3	0,32	1,20	3,88	13,91	20,44
	4	0,43	1,44	4,88	12,93	17,08

Tabela 4. Massa seca de caule (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas realizadas.

Tratamentos	Repetição	Coletas (dias após a semeadura)				
		1 ^a (50)	2 ^a (64)	3 ^a (78)	4 ^a (92)	5 ^a (106)
Testemunha	1	0,21	0,45	1,59	2,91	2,71
	2	0,30	0,64	2,00	2,59	1,93
	3	0,26	1,00	2,14	1,54	2,46
	4	0,32	0,71	0,90	2,76	3,45
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	0,32	0,67	1,88	2,71	5,80
	2	0,26	0,42	2,47	2,27	5,57
	3	0,33	1,10	1,88	3,87	6,60
	4	0,33	0,69	1,41	2,71	4,23
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	0,17	0,50	0,90	1,93	3,05
	2	0,38	0,64	0,66	2,25	3,27
	3	0,40	0,44	0,93	1,49	2,52
	4	0,40	0,33	0,68	1,71	2,74
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	0,27	1,50	3,21	16,90	33,21
	2	0,50	1,11	2,78	14,13	31,80
	3	0,20	1,10	3,68	17,91	33,14
	4	0,40	1,23	4,31	16,86	39,76

Tabela 5. Massa seca de raiz (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas realizadas.

Tratamentos	Repetição	Coletas (dias após a semeadura)				
		1 ^a (50)	2 ^a (64)	3 ^a (78)	4 ^a (92)	5 ^a (106)
Testemunha	1	0,09	0,12	0,29	0,46	0,58
	2	0,10	0,12	0,35	0,49	0,42
	3	0,10	0,15	0,38	0,39	0,54
	4	0,10	0,14	0,28	0,49	0,58
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	0,09	0,10	0,33	0,53	0,76
	2	0,08	0,10	0,48	0,43	0,79
	3	0,09	0,18	0,23	0,50	0,79
	4	0,10	0,18	0,31	0,45	0,61
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	0,09	0,17	0,18	0,52	0,98
	2	0,14	0,15	0,18	0,46	0,90
	3	0,13	0,21	0,28	0,43	0,97
	4	0,12	0,11	0,15	0,48	0,90
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	0,08	0,34	0,70	3,03	5,99
	2	0,07	0,20	0,90	2,57	5,75
	3	0,06	0,26	0,76	3,50	4,10
	4	0,05	0,30	0,86	3,58	6,23

Tabela 6. Massa seca total (g) de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nas cinco coletas realizadas.

Tratamentos	Repetição	Coletas (dias após a semeadura)				
		1 ^a (50)	2 ^a (64)	3 ^a (78)	4 ^a (92)	5 ^a (106)
Testemunha	1	0,56	1,47	3,20	7,33	8,67
	2	0,76	1,70	4,36	7,90	6,50
	3	0,73	2,38	6,36	4,93	7,57
	4	0,95	1,74	4,03	6,97	9,44
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	0,76	1,57	2,85	4,33	11,58
	2	0,68	1,07	5,10	4,42	11,16
	3	0,82	2,38	3,29	8,51	12,29
	4	0,79	1,65	3,04	5,38	8,75
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	0,75	1,57	2,19	6,24	9,43
	2	0,78	1,74	1,72	7,56	8,97
	3	1,06	1,60	2,93	3,66	6,72
	4	1,12	0,94	1,92	5,58	6,52
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	1,05	3,64	8,04	33,34	62,38
	2	1,30	2,63	6,74	26,73	62,58
	3	0,58	2,56	8,32	35,32	57,68
	4	0,88	2,97	10,05	33,37	63,07

Tabela 7. Volume de óleo essencial (mL) das diferentes partes das plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, aos 90 dias após a semeadura, nos dois horários de coleta.

Tratamentos	Repetição	Parte aérea (100 g de massa fresca)		Inflorescência (50 g de massa fresca)	
		10 horas	17 horas	10 horas	17 horas
Testemunha	1	0,10	0,15	0,10	0,15
	2	0,25	0,10	0,20	0,10
	3	0,15	0,10	0,15	0,10
	4	0,20	0,20	0,20	0,20
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	1	0,05	0,10	0,10	0,10
	2	0,05	0,05	0,15	0,15
	3	0,10	0,025	0,20	0,20
	4	0,05	0,15	0,10	0,10
Ethephon 100 mg L ⁻¹	1	0,10	0,20	0,30	0,20
	2	0,20	0,20	0,20	0,20
	3	0,15	0,10	0,25	0,20
	4	0,10	0,10	0,25	0,20
Cinetina 100 mg L ⁻¹	1	0,30	0,10	0,2	0,15
	2	0,15	0,07	0,2	0,20
	3	0,12	0,10	0,3	0,10
	4	0,10	0,10	0,2	0,15

Tabela 8. Composição do óleo essencial (%) da parte aérea das plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nos dois horários de coleta.

Tratamentos	Horário de coleta	linalol	geraniol	eugenol	α -guaïeno	germacreno D	(E,E)- α -farneseno	Epi- α -cadinol
Testemunha	10 h	46,15	0,92	17,10	4,64	1,79	0,95	6,22
	17 h	43,13	1,91	14,60	3,21	1,02	1,13	4,23
GA ₃ 100 mg L ⁻¹	10 h	45,55	1,08	15,34	4,80	1,48	0,87	8,44
	17 h	48,91	1,91	19,47	3,30	1,15	1,03	5,75
Ethephon 100 mg L ⁻¹	10 h	46,51	1,88	31,88	2,72	0,95	0,96	3,71
	17 h	53,68	1,02	34,94	2,71	0,93	0,74	3,01
Cinetina 100 mg L ⁻¹	10 h	57,79	1,22	24,26	2,33	1,44	1,26	4,28
	17 h	60,13	1,79	23,89	3,75	1,49	1,32	5,71

Tabela 9. Composição do óleo essencial (%) de inflorescências de plantas de *Ocimum basilicum* L., submetidas aos tratamentos com reguladores vegetais, nos dois horários de coleta.

Tratamentos	Horário de coleta	linalol	geraniol	eugenol	α -guaïeno	germacreno D	(E,E)- α -farneseno	Epi- α -cadinol
	17 h	57,13	3,80	13,47	1,16	2,54	1,78	3,65
GA ₃	10 h	63,42	3,33	10,34	1,15	2,59	2,66	4,67
100 mg L ⁻¹	17 h	57,25	3,16	8,12	1,58	3,86	3,37	3,64
Ethephon	10 h	59,58	3,79	12,53	1,06	2,77	2,36	5,80
100 mg L ⁻¹	17 h	51,91	3,03	20,96	1,34	3,81	2,31	4,15
Cinetina	10 h	67,02	3,41	12,54	0,86	2,49	2,67	4,18
100 mg L ⁻¹	17 h	63,47	3,19	13,90	1,15	2,54	2,66	4,30

Tabela 10. Temperaturas mínima e máxima (°C) e umidade relativa (%), obtidas por leitura em aparelho Termohigrógrafo, em casa de vegetação, no período correspondente ao primeiro experimento (05 de janeiro a 05 de abril de 2005).

Período	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)
	mínima	máxima	média
05/01 a 11/01	19,0	30,2	59,0
12/01 a 18/01	17,2	30,6	60,0
19/01 a 25/01	19,8	29,2	64,5
26/01 a 01/02	16,0	29,8	59,0
02/02 a 08/02	15,0	28,4	56,0
09/02 a 15/02	15,4	30,6	50,0
16/02 a 22/02	17,0	33,0	51,5
23/02 a 01/03	18,6	33,4	55,0
02/03 a 08/03	16,0	32,0	57,0
09/03 a 15/03	20,0	33,0	63,5
16/03 a 22/03	18,8	29,4	72,5
23/03 a 29/03	16,4	29,2	68,5
30/03 a 05/04	18,6	30,4	63,5

Tabela 11. Temperaturas mínima e máxima (°C) e umidade relativa (%), obtidas por leitura em aparelho Termohigrógrafo, em casa de vegetação, no período correspondente ao segundo experimento (10 de maio a 24 de agosto de 2005).

Período	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)
	mínima	máxima	média
10/05 a 16/05	16,2	28,6	53,5
17/05 a 23/05	13,8	29,4	55,5
24/05 a 30/05	12,2	24,6	61,5
31/05 a 06/06	15,6	25,6	65,5
07/06 a 13/06	13,6	25,6	55,0
14/06 a 20/06	14,8	26,6	66,5
21/06 a 27/06	10,6	23,4	70,5
28/06 a 04/07	15,0	26,8	53,0
05/07 a 11/07	9,6	23,4	54,5
12/07 a 18/07	9,8	26,0	54,0
19/07 a 25/07	10,0	26,6	58,5
26/07 a 01/08	7,8	27,0	49,5
02/08 a 08/08	11,8	27,0	49,5
09/08 a 15/08	6,4	30,0	50,5
16/08 a 24/08	14,0	30,0	45,5

Tabela 12. Características químicas do solo antes da correção e adubação, referente ao primeiro experimento, conduzido no período de janeiro a abril de 2005.

pH CaCl ₂	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmolc dm ⁻³ -----						%
4,4	9	2	68	0,5	15	2	18	85	21

Tabela 13. Características químicas do solo antes da correção e adubação, referente ao segundo experimento, conduzido no período de maio a agosto de 2005.

pH CaCl ₂	M.O.	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	g Kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----mmolc dm ⁻³ -----						%
5,61	22,66	22,8	34,1	5,12	43,56	17,65	66,3	100,4	66