

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DE  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

**SAILE DAYANI FARIAS**

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DE  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

**SAILE DAYANI FARIAS**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientadora:  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Angelica Alves Marques

631.83 F224p	<p data-bbox="574 900 877 940">Farias, Saile Dayani.</p> <p data-bbox="574 940 1308 1120">Produção de biomassa de manjeriço utilizando diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio em ambiente protegido / Saile Dayani Farias. – Presidente Prudente, 2011. 37 f.</p> <p data-bbox="574 1187 1308 1310">Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE: Presidente Prudente – SP, 2011.</p> <p data-bbox="622 1310 798 1355">Bibliografia</p> <p data-bbox="622 1411 1308 1500">1. Manejo de irrigação. 2. Adubação Potássica. 3. Plantas medicinais. I. Título.</p>
-----------------	---

**SAILE DAYANI FARIAS**

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia

Presidente Prudente, 19 de abril de 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patricia Angélica Alves Marques  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP  
Piracicaba - SP

---

Prof. Dr. Juliano Carlos Calonego  
Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

---

Prof. Dr. Sérgio Nascimento Duarte  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP  
Piracicaba - SP

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha família pelo amor e apoio incondicional, aos meus pais Elias Alves Farias e Dalzimeire Magali Marçal Farias que não mediram esforços para que este meu sonho se realizasse apesar de todas as dificuldades. Vocês souberam suportar minha ausência durante alguns momentos e ajudaram diretamente desde o início do projeto, estando presente em todas as fases de execução do mesmo, com paciência e carinho inigualáveis, pelos quais tenho um amor infinito.*

*Ao meu melhor amigo, companheiro, meu irmão Cesar Augusto Farias, que esteve comigo em todos os momentos sendo peça chave para a execução dessa pesquisa e pelos momentos proporcionados de carinho e amizade fraternal.*

*A vocês que são o bem mais preciso da minha vida, o motivo da minha existência, serei grata eternamente.*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, pelas inúmeras oportunidades de aprendizado, força e sabedoria, operando milagres em minha vida impossíveis a capacidade e ao entendimento humano.*

*À professora Dra. Patrícia Angélica Alves Marques, por ter sido muito mais que uma orientadora, uma grande amiga, demonstrando imensurável colaboração na execução desse trabalho, enriquecendo meus conhecimentos intelectuais, ensinando a sábia arte da pesquisa de forma exímia, atuando com pulso firme e paciência, pela qual serei grata eternamente.*

*Ao professor, Dr. Tadeu Alcides Marques, que me apresentou ao programa de Mestrado em Agronomia durante a graduação, me incentivando e abrindo caminhos, que permitiram um crescimento pessoal e material enorme sem os quais hoje a concretização desse sonho não seria possível.*

*Aos alunos da graduação, Cesar Augusto Farias, meu irmão e meu amigo Leonardo Lima Ramalho, pela ajuda imprescindível no desenvolvimento deste projeto.*

*À professora Dra. Ana Cláudia Pacheco Santos, pela co-orientação deste trabalho, contribuindo para o meu melhor conhecimento na área de plantas medicinais e ao professor Dr. Juliano Carlos Calonego por ter contribuído para o enriquecimento da discussão dos resultados durante a qualificação.*

*Aos professores Dr. Vagner Camarini Alves e Dr. Gustavo Maia Souza, aquele pelos ensinamentos agrometeorológicos e ambos pela disposição ao ceder os equipamentos (Evaporímetro de Piche e mini-tanque Classe A) sem os quais não seria possível a realização do manejo de irrigação.*

*A todos meus amigos de graduação em especial a: Bruna, Lenon, Leonardo Araújo, Leonardo Ramalho, André, Rita e Catariny, pela imensa ajuda e pelos momentos de descontração.*

*A todos os amigos do Mestrado e funcionários do Campus II em especial a querida amiga Edna Antonia Torquato D' Agostini, por ter sido grande companheira dentro e fora das salas de aula.*

*A toda minha família pelo amor incondicional.*

*“A persistência é o caminho para o êxito”*

Charles Chaplin

## RESUMO

### **Produção de biomassa de manjeriço em função de lâminas de irrigação e adubação potássica**

A irrigação e a nutrição mineral de plantas são umas das mais importantes tecnologias empregadas para aumentar a produtividade e permitir maior eficiência e estabilidade na produção agrícola. Dessa maneira o objetivo deste experimento foi analisar o efeito da interação entre lâminas de irrigação e doses de potássio no crescimento e produção de biomassa em manjeriço, planta muito utilizada para diversos fins: ornamental, condimentar, medicinal, aromático, na indústria de perfumaria e cosméticos. O ensaio foi conduzido em ambiente protegido na área experimental do Campus II da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Prudente – SP. Constou-se de 16 tratamentos, sendo quatro lâminas de irrigação com base na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) (T1 –25% ET<sub>c</sub>, T2 – 50% ET<sub>c</sub>, T3 – 100% ET<sub>c</sub>, T4 – 150% ET<sub>c</sub>) e 4 doses de potássio (0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup>), com 3 repetições. As variáveis analisadas foram o comprimento da parte aérea do manjeriço (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA) e área foliar (AF). As diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio influenciaram significativamente todas as variáveis analisadas. A maior massa da parte aérea foi obtida quando se aplicou certa de 100% da evapotranspiração da cultura e a maior dose de potássio (200 Kg ha<sup>-1</sup>). Tomando por base a massa da parte aérea, a melhor eficiência do uso da água foi obtida para lâmina d'água e dose de K<sub>2</sub>O ligeiramente menores do que os citados anteriormente.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L. Manejo da irrigação. Nutrição mineral



## ABSTRACT

### **Production of biomass of basil using different blades for irrigation and doses of potassium in greenhouse conditions**

Irrigation and mineral nutrition of plants are one of the most important technologies used to increase productivity and enable greater efficiency and stability in agricultural production. Thus the objective of this experiment was to analyze the effect of interaction between irrigation and potassium on growth and biomass production in basil, a plant widely used for various purposes: ornamental, spice, medicinal, aromatic, industrial and perfumery. The trial was conducted in a greenhouse in the experimental area of the Campus II University of Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente – SP. The experiment was comprised, four irrigation levels (T1 - 25% ET<sub>c</sub>, T2 - 50% ET<sub>c</sub>, T3 - 100% ET<sub>c</sub>, T4 - 150% ET<sub>c</sub>) and four potassium levels (0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications. The variables analyzed included the length of the field of basil (CPA), root length (RL), root dry mass (RDM), shoot fresh weight (FMAP), shoot dry mass (SDM) and leaf area (AF). There was no interaction between irrigation levels and potassium doses tested for the variables, except for leaf area (LA) showed that interaction between irrigation levels and potassium levels to 1% of significance, with the doses of Potassium significant only for the depth of 100%, the addition of this element in the soil caused increased leaf area. It is recommended that the dose of 200 kg ha<sup>-1</sup> K associated with water depth of 100% of the crop water needs, aiming to increase profitability, as this blade had the highest water use efficiencies.

**Key-Words:** *Ocimum basilicum* L. Irrigation. Mineral nutrition

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Comprimento da parte aérea (cm) de <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para a variação da lâmina de irrigação (A) e para a variação da dose de K (B).	23
FIGURA 2	- Área foliar (cm <sup>2</sup> ) por planta de <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes doses de potássio e diferentes lâminas de irrigação (Letras maiúsculas indicam diferença estatística entre as doses de potássio dentro da lâmina de irrigação; letras minúsculas indicam diferença estatística entre lâminas de irrigação dentro da dose de potássio. (p < 0,05)).	25
FIGURA 3	- Comprimento de raiz (CR) (cm) por planta de <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio.	26
FIGURA 4	- Massa seca de raiz (MSR) (g) por planta de <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio.	27
FIGURA 5	- Massa fresca da parte aérea (MFPA) (g) por planta de <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio.	29
FIGURA 6	- Massa seca da parte aérea (MSPA) (g) por planta de <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio.	31
FIGURA 7	- Gráfico A representa a eficiência do uso da água (EUA) (%) em <i>Ocimum basilicum</i> aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes lâminas de irrigação e o gráfico B representa a EUA para as diferentes doses de potássio.	32

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
2.1 Aspectos da Cultura do Manjeriço.....	13
2.2 Manejo da Irrigação de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares.....	13
2.3 Adubação de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares .....	14
2.4 Evaporímetro de Piché.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Localização do Experimento .....	18
3.2 Preparo das Mudas, Plantio e Transplântio.....	18
3.3 Tratamentos .....	19
3.4 Colheitas e Análises.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
5 CONCLUSÕES .....	33
REFERÊNCIAS.....	34

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço, pertencente à família Lamiaceae, faz parte de um grupo de plantas medicinais e aromáticas de grande valor econômico, muito utilizado para diversos fins: ornamental, condimentar, medicinal, aromático, na indústria de perfumaria e de cosméticos. Trata-se de espécie herbácea, fortemente aromática, que pode ser anual ou perene conforme o local de plantio. A qualidade da planta de manjeriço é definida pela composição de seu óleo essencial (CARVALHO FILHO et al., 2006).

São pouquíssimos os trabalhos sobre a exigência nutricional do manjeriço e os mesmos sugerem o uso da relação 1:1:1 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, nas proporções de 230 a 300 kg ha<sup>-1</sup>. Após cada corte, recomenda-se aplicar de 50-75 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura (SIMON, 1985 e 1995).

Durante muitos anos, a principal fonte natural de linalol tem sido o pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), uma árvore da flora amazônica. Para a produção de 50 toneladas de óleo é necessário a derrubada de cerca de duas mil árvores por ano. O risco eminente da extinção do pau-rosa e os sérios impactos causados pela sua extração levaram à busca de fontes alternativas de linalol, entre elas o óleo do manjeriço que além dos benefícios ecológicos, traz também benefícios sociais como a geração de emprego e renda ao pequeno agricultor.

As informações quanto à qualidade aromática do manjeriço em função das técnicas de cultivo são escassas (FERNANDES et al., 2004). No Brasil, é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais para a comercialização como condimento (TEIXEIRA et al., 2002).

De maneira geral são poucas as informações disponíveis do ponto de vista agrônomo que evidenciem o comportamento das plantas medicinais, aromáticas e condimentares quando submetidas às técnicas de produção agrícola, desta maneira também são poucos os trabalhos referentes ao efeito do estresse hídrico em plantas medicinais (SCHEFFER, 1992; SILVA et al., 2002).

De acordo com Bradshaw e Hardiwick (1989) os estímulos do ambiente podem ser por excesso ou deficiência de fatores de produção como luz, água, nutrientes ou temperatura. Diversas plantas medicinais, aromáticas e

condimentares são produzidas com o uso da irrigação suplementar, tais como o orégano, camomila, sálvia e menta (HADID et al., 2004).

Silva et al. (2002) estudaram o efeito do estresse hídrico sobre o teor, a composição química do óleo essencial e o crescimento de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) e observaram que a deficiência hídrica severa diminuiu o crescimento, a produção de biomassa fresca e seca das plantas e o teor de óleo essencial. Carvalho et al. (2003) estudaram artemísia (*Tanacetum parthenium* L.), mantidas a 100; 90; 70 e 50% da capacidade de campo e verificaram reduções de 16% na altura e 22,5% na massa fresca nas plantas crescidas a 50% da capacidade de campo, em relação às crescidas a 90% da capacidade de campo.

A irrigação e a nutrição mineral de plantas são umas das mais importantes tecnologias empregadas para aumentar a produtividade e permitir maior eficiência e estabilidade na produção agrícola. Dessa maneira o objetivo deste experimento foi analisar o efeito de lâminas de irrigação e de doses de potássio no crescimento e produção de biomassa em manjerição, cultivado em ambiente protegido.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Aspectos da Cultura do Manjeriço**

As plantas medicinais vêm se tornando uma alternativa de renda a pequenos produtores rurais, sendo necessário investir em pesquisas agrícolas (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005). O incremento no uso da fitoterapia tem criado maior demanda de pesquisas científicas visando o maior desenvolvimento e produtividade das plantas medicinais, sem comprometer os princípios ativos (SANTOS et al., 2004).

Além do uso *in natura*, o manjeriço é muito utilizado para a obtenção de óleo essencial (MAROTTI et al. 1996). Segundo Blank et al. (2004) o manjeriço tem grande potencial agrônômico para extração do linalol, tanto pelo teor de óleo como por ser uma planta de ciclo curto. De acordo com Ereno (2006) o óleo essencial do manjeriço contém cerca de 40,2 a 48,5% de linalol, utilizado pela indústria alimentícia como aromatizante e pela indústria de perfumes na fixação de fragrâncias como o perfume Chanel nº5. A principal fonte natural de linalol tem sido o pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), uma árvore da flora amazônica. O risco eminente da extinção do pau-rosa e os sérios impactos causados pela sua extração levaram à busca de fontes alternativas de linalol, entre elas o óleo do manjeriço que além dos benefícios ecológicos, traz também benefícios sociais como a geração de emprego e renda ao pequeno agricultor.

### **2.2 Manejo da Irrigação de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares**

Diversas plantas medicinais, aromáticas e condimentares são produzidas com o uso da irrigação suplementar, tais como o orégano, camomila, sálvia e menta (HADID et al., 2004). Palevitch (1987) verificaram que quantidades limitadas de água têm um efeito negativo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. Entretanto, a deficiência hídrica moderada muitas vezes tem se mostrado positiva no acúmulo de substâncias bioativas em espécies medicinais, aromáticas e condimentares.

Em condições de baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos nas plantas podem ser influenciados, como o fechamento estomático, o declínio na taxa de crescimento, o acúmulo de solutos e antioxidantes e a expressão de genes específicos de estresse (SINGH-SANGWAN et al., 1994; SILVA; CASALI, 2000). O estresse hídrico é um fator determinante para o cultivo e produção de determinadas espécies de plantas. Porém, nas espécies medicinais, a seca pode além do desenvolvimento, afetar o teor e rendimento do óleo essencial (SANTOS et al., 2004).

Silva et al. (2002) estudaram o efeito do estresse hídrico em *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae). A deficiência hídrica severa diminuiu o crescimento, a produção de biomassa fresca e seca das plantas além do teor de óleo essencial. Em artemísia (*Tanacetum parthenium* L. Schultz-Bip.), Carvalho et al. (2003) verificaram reduções de 16% na altura e de 22,5% no acúmulo de massa fresca nas plantas crescidas a 50% da capacidade de campo, em relação àquelas crescidas a 90% da capacidade de campo.

Munnu e Singh (2002) avaliaram o efeito do nitrogênio e de regimes de irrigação sobre a produção e qualidade de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). Observaram que o regime de irrigação equivalente a 75% do Tanque Classe A aumentou a emissão de brotações e a produção de óleo quando comparada à fração equivalente a 25%.

### **2.3 Adubação de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares**

A utilização adequada da água em cultivos irrigados tem levado os produtores à garantia da produção; todavia, a maximização dos recursos naturais e o aumento da produtividade não se dão apenas com o fornecimento de água às culturas. A elevação dos níveis de fertilidade do meio exerce também destacada importância para o desenvolvimento e produção das plantas (SOUSA et al., 2002). O aumento de biossíntese de óleo essencial está correlacionado com a otimização da nutrição mineral (MAIRAPETYAN, 1999).

De acordo com Corrêa Júnior et al. (1991) e Oliveira Júnior et al. (2006), na literatura há poucas informações sobre a fertilização química e exigências nutricionais de plantas medicinais, principalmente no Brasil. De

maneira geral, os adubos químicos em poucos casos são prejudiciais aos teores de princípios ativos das plantas, quando usados dentro dos limites técnicos. Os aumentos de biomassa podem compensar uma redução do teor de fitofármacos, mas dependem da análise econômica.

Para *Atropa belladonna* Montanari Júnior et al. (1993) observaram que a fertilização com 100, 35 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, resultou no aumento na produção de folhas secas e não houve diferença significativa entre os teores de atropina, o que indicou que a adubação química foi vantajosa para esta espécie.

Santos e Innecco (2004) avaliaram os efeitos da adubação orgânica e de alturas de corte em plantas de *Lippia alba*, quimiotipo limoneno-carvona, na produção de matéria seca foliar e de óleo essencial, no Nordeste brasileiro. A adubação não influenciou significativamente as produções de matéria seca foliar e de óleo essencial.

Blank et al. (2006) avaliaram os efeitos da adubação química e da calagem no crescimento e na nutrição da melissa (*Melissa officinalis*) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) e observaram que no Argissolo Vermelho-Amarelo utilizado, a falta da calagem e dos nutrientes N e P causaram as maiores quedas na produção de folhas, órgão usado na medicina popular e que contém os princípios ativos. Já Bezerra et al. (2006) estudaram a adubação orgânica e mineral para o chambá (*Justicia pectoralis* var. *stenophylla*), erva medicinal usada no Norte e Nordeste do Brasil, no tratamento de asma, tosse e bronquite. Os resultados evidenciaram que as adubações orgânicas e minerais não influenciaram o crescimento da planta, produção de biomassa e teores de P e K da parte aérea da planta. O rendimento de óleo essencial apresentou uma tendência de decréscimo com o incremento nas doses de esterco bovino em cada uma das formulações N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

O K é o elemento de maior mobilidade na planta e passa com facilidade de uma célula para outra, do xilema para o floema. Contudo sua disponibilidade é bastante influenciada pelo teor de água no solo, devido, principalmente, à difusão e à relação de cátions (RAIJ et al., 1996). O K é requerido em grande quantidade pelas plantas e possui papel fundamental na translocação de assimilados para as diversas partes da planta, influenciando o



rendimento e qualidade final (DALIPARTHY et al., 1994). De acordo com Rivera (2004) pode-se dizer ainda que o K é o segundo macronutriente em teor contido nas plantas. Ele desempenha várias funções na planta, com o controle da turgidez dos tecidos, a ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, a abertura e o fechamento de estômatos, o transporte de carboidratos, à resistência à geada, à seca e à salinidade.

A aplicação de doses mais elevadas de potássio tende a induzir alterações, aumentando, normalmente, a produtividade. Entretanto, maiores doses não implicam necessariamente em incrementos de produtividades, além de ocorrerem maiores custos (SILVA; MAROUELLI, 2002). Silva *et al.* (2000) estudando formas, relação quantidade/intensidade e biodisponibilidade de potássio em diferentes latossolos; observaram que os solos com maiores teores de areia apresentam maior susceptibilidade a perdas de potássio por lixiviação.

#### **2.4 Evaporímetro de Piche**

O evaporímetro de Piche é constituído por um tubo cilíndrico, de vidro, de aproximadamente 30 cm de comprimento e um centímetro de diâmetro, fechado na parte superior e aberto na inferior. A extremidade inferior é tapada, depois do tubo estar cheio com água destilada, com um disco de papel de feltro, de 3 cm de diâmetro, que deve ser previamente molhado com água. Este disco é fixo depois com uma mola. A seguir, o tubo é preso por intermédio de uma argola a um gancho situado no interior do abrigo. Na preparação do evaporímetro de Piché deve atender-se aos seguintes cuidados:

- evitar a formação de bolhas de ar no interior do tubo,
- o disco de papel de feltro deve encontrar-se em boas condições.

A evaporação é calculada pelo abaixamento do nível da água no tubo. Nos dias em que não se acrescenta água, apenas é necessário de fazer uma leitura; nos outros dias, é necessário efetuar duas leituras, uma antes e outra depois de acrescentar a água. Se não se acrescentar água no tubo, a evaporação é o resultado da diferença entre a leitura do dia e a última do dia anterior (que pode ser a única). Se acrescentar água a evaporação é dada pela diferença entre a

primeira leitura do dia e a última do dia anterior. Nos dias em que se enche totalmente o tubo de vidro deve escrever-se, na segunda leitura, 0,0 (MANGO, 2010).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do Experimento

Esta pesquisa foi conduzida em vasos em condições de casa de vegetação em área experimental da UNOESTE, em Presidente Prudente – SP (latitude 22°07'04" S e longitude 51°22'05" W de Grw, altitude de 435,5 m). O clima é, pela classificação de Köppen, Aw mesotérmico, com verões quentes e invernos secos. Coletou-se solo da camada de 0-20cm de um Argissolo Vermelho-Amarelo, Eutrófico, de textura arenosa/média (EMBRAPA, 2006).

Apresenta-se na Tabela 1 a análise química do solo realizada conforme Raij et al. (2001). Com base nos dados foi feita a correção do solo através de calagem na dosagem de 0,116 Kg por vaso para elevar a saturação por bases a 70%, ideal para o plantio de olerícolas segundo Raij et al. (1996), aos 30 dias antes do transplântio.

**TABELA 1** - Análise química de solo

<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>H+Al</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>SO<sup>-2</sup><sub>4</sub></b>
mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						mg dm <sup>-3</sup>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
15	1,9	19	3	0	18	15,5	16	1,0	1,9	0,27	3,5

<b>pH</b>	<b>M.O.</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%
5,0	8	23,9	41,9	57

Siglas: M.O. – matéria orgânica; S.B. – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V% - saturação por bases.

#### 3.2 Preparo das Mudanças, Plantio e Transplântio

As mudas de manjeriço cv. Folha Larga foram obtidas por sementes comerciais Feltrin®, Lote 6142006 ORD\_187377, 94% de Germinação, 99% de Pureza, tratadas com 0,15% de Captan (Captan75), plantadas em bandejas de polipropileno de 200 células, utilizando-se duas sementes por célula, perfazendo um total de 1200 mudas, no dia 09 de abril de 2010. Aos sete dias após a germinação foi realizado o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por

célula. As mudas foram mantidas em viveiro com irrigação diária até as plantas apresentarem um tamanho médio de 15-20 cm (40 dias após a semeadura). Das plântulas obtidas, 192 foram transplantadas individualmente para vasos plásticos, com 23,5 cm de altura, 26,0 cm de diâmetro superior, 19,5 cm de diâmetro inferior, área superior de 0,53 cm<sup>2</sup> e volume de 9,0L, no dia 19 de maio de 2010. Durante o período de pegamento das mudas nos vasos, após o transplântio, foi realizada irrigação manual diária de 100% da lâmina de água exigida pela cultura.

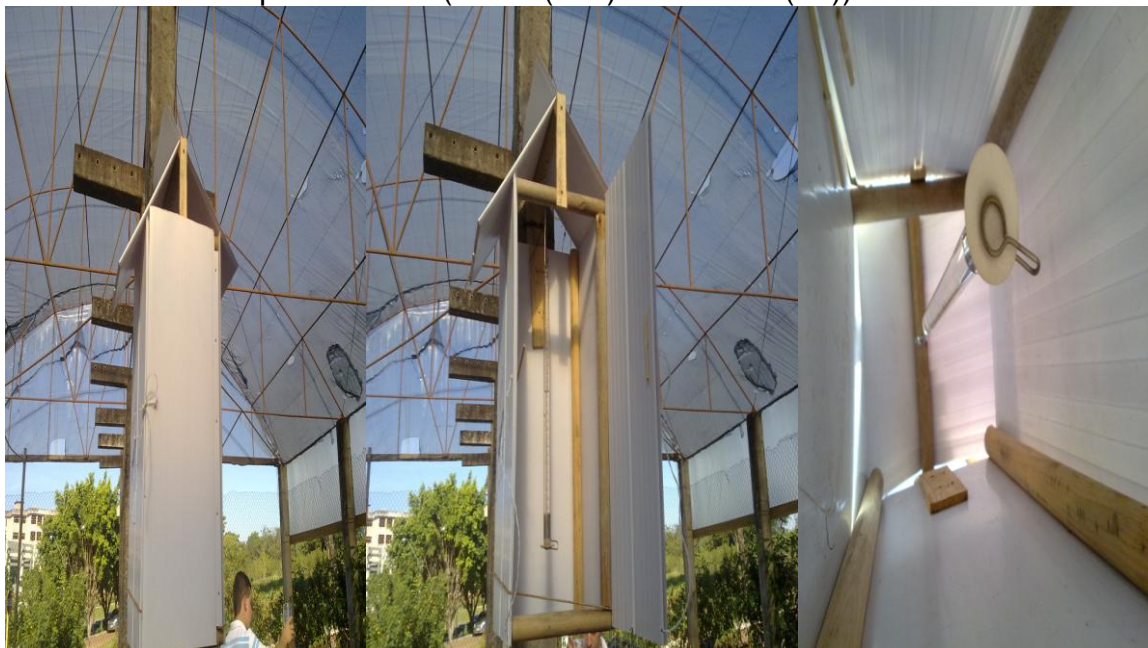
### 3.3 Tratamentos

O experimento foi instalado em um delineamento experimental em blocos ao acaso constando de 16 tratamentos, sendo quatro lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), sendo (T1 – 25% ET<sub>c</sub>, T2 – 50% ET<sub>c</sub>, T3 – 100% ET<sub>c</sub>, T4 – 150% ET<sub>c</sub>) perfazendo um acumulado total de 40,7 mm, 81,4 mm, 162,8 mm e 244,2 mm, respectivamente, utilizando o coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) igual a 1, respectivamente, durante o período de 30/05/2010 até 10/07/2010, totalizando 41 dias de aplicação e quatro doses de potássio (0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K), utilizando como fonte desse elemento o adubo KCl (formulação granulada), nas quantidades de 0,0 g; 0,55 g; 1,1 g e 2,2 g por vaso para as doses respectivamente, constando de quatro plantas por tratamento e três repetições totalizando 192 vasos. Semanalmente realizou-se a rotação dos vasos, alternando os vasos da borda com os vasos centralizados para uniformizar o efeito do vento sobre estes. As lâminas de irrigação foram aplicadas diariamente, ao final da tarde, até o final do ciclo baseadas em estimativas de evapotranspiração (ET<sub>o</sub>) através de leituras do evaporímetro de Piche, realizadas diariamente.

Dessa forma, o evaporímetro de Piché foi instalado centralizado ao experimento (Foto 1), em um abrigo específico colocado no orquidário e a equação da lâmina bruta considerou a área do vaso e a leitura do Piché, conforme segue:

**FOTO 1** - Localização do evaporímetro de Piché no experimento

$$\text{Volume aplicado} = (\text{ET}_o \text{ (mm)} \cdot \text{área (m}^2)) / 100\% \text{ eficiência}$$



Utilizou-se como dosador do volume aplicado uma proveta graduada de 500 mL. A irrigação foi realizada individualmente nos vasos de forma uniforme de acordo com o tratamento correspondente.

### 3.4 Colheita e Análises

As medições de altura das plantas durante o ciclo foram realizadas semanalmente a partir do dia 18 de junho de 2010, as medições foram feitas desde a base até a inflorescência apical das mesmas e a colheita aos 90 dias após o plantio (90DAP) no início da manhã entre às 7h e 8h. As plantas foram colhidas inteiras (parte aérea e sistema radicular), sendo posteriormente realizada a desfolha manual para a medição de área foliar utilizando equipamento do tipo esteira, Modelo LI 3000-A – LI, limpeza das raízes através da lavagem cuidadosa das mesmas para retirada do solo sem que houvesse perda das raízes, utilizando uma mangueira plástica e a medição do comprimento do sistema radicular (CR) através da utilização de uma trena de lona graduada em cm, as folhas, inflorescências e raízes foram pesadas em balança analítica e em seguida armazenadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação de ar a temperatura constante de 40 graus até peso constante.

Utilizando uma balança analítica, foi obtida a massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR).

A eficiência do uso da água (EUA) foi calculada com base na seguinte equação:

$$EUA = \frac{MSPA \text{ (g)}}{\text{mm}} \quad EUA \text{ em g mm}^{-1}$$

Os resultados parciais obtidos foram avaliados estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott a 5% de significância utilizando o software Sisvar.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio de análise de variância (Tabela 2) pelo teste de Scott-Knott observa-se que apenas a área foliar apresentou interação entre lâmina de irrigação e doses de potássio. As demais variáveis apresentaram diferenças significativas para as diferentes lâminas de irrigação e para as diferentes doses de potássio, porém sem ocorrer interação entre elas. Para estas variáveis foram ajustados modelos matemáticos estatisticamente significativas, considerando todas as repetições, para as diferentes lâminas de irrigação e para as diferentes doses de potássio.

**TABELA 2** - Resumo das análises de variância do experimento

F.V.	G.L.	CPA Cm	AF cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup>	EUA g mm <sup>-1</sup>	CR cm	MFPA	MSPA g planta <sup>-1</sup>	MSR
L	3	60,01** <sup>(1)</sup>	78,94**	32,30**	30,94**	103,53**	72,92**	7,66**
K	3	5,45**	2,92*	7,71**	2,94*	5,10**	5,29**	3,93*
LxK	9	n.s.	3,355**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.		15,63	28,33		6,79	23,53	24,64	24,5

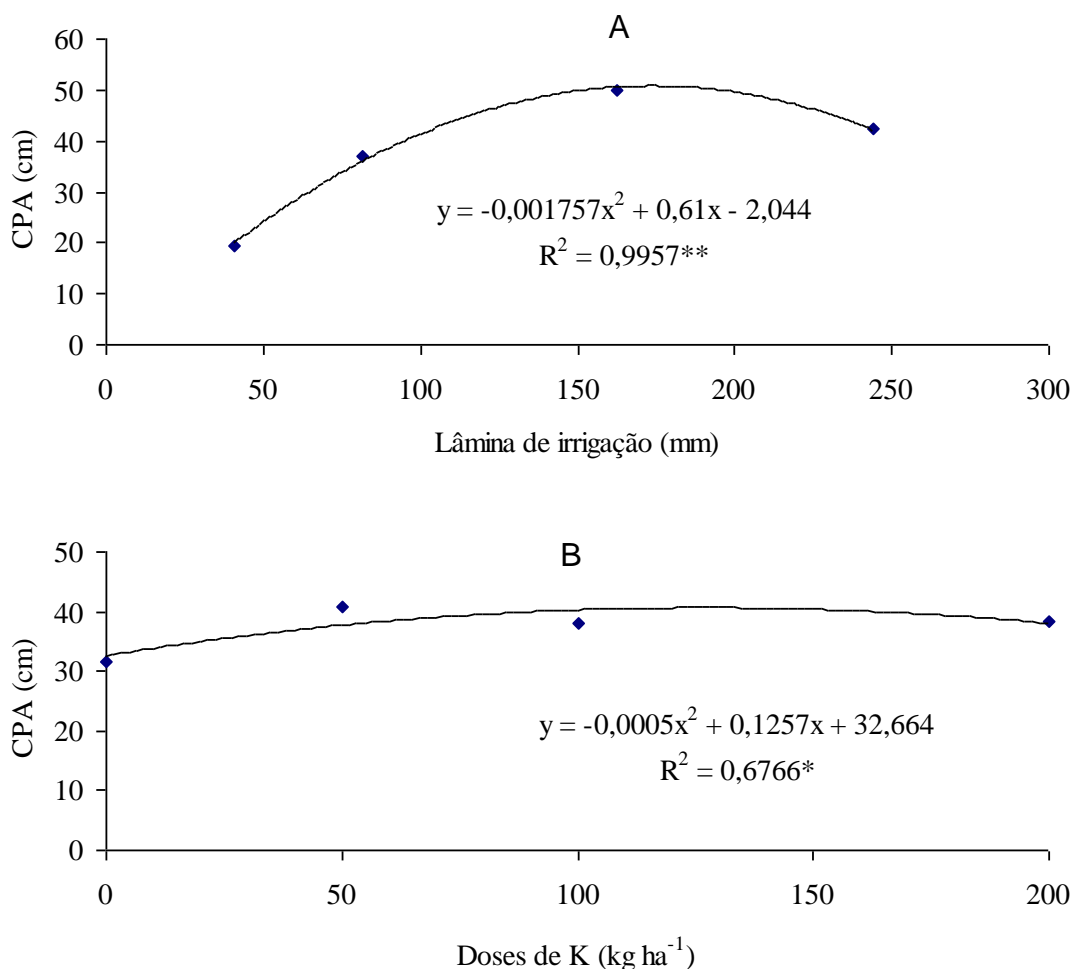
<sup>(1)</sup> Valores F das análises de variância; CPA = comprimento da parte aérea; AF = área foliar; EUA = eficiência do uso da água; CR = comprimento de raiz; MFPA = massa fresca da parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca de raiz. Em que \* = significativo a 5% de probabilidade; \*\* = significativo a 1% de probabilidade e n.s. = não significativo.

Quando analisadas, todas as repetições as respostas do comprimento da parte aérea do manjeriço, para a variação de lâmina de irrigação e para a variação das doses de K observa-se em ambos ajuste quadrático (Figura1). Onde a variação da lâmina de irrigação promoveu maiores variações no comprimento da parte aérea.

O máximo comprimento da parte aérea foi obtido com a lâmina de irrigação de 162,8 mm (ponto de máxima mantida) equivalente a 100% ETc. Em relação ao potássio, a dose de 0 kg de K por ha foi sempre inferior as demais, haja vista que a insuficiência de K para atender às necessidades de todas as partes da planta diminui o crescimento e sujeita a cultura a particularidades indesejáveis, tais como aumento de doenças, quebra de talos ou ramos e susceptibilidade a outras condições de estresse, segundo Raij (1990). Já o máximo comprimento da parte aérea foi obtido com a dose de 50 kg de potássio

por ha, fato este que pode levar a maior produção de folhas, e conseqüentemente maior receita para o agricultor.

**FIGURA 1** - Comprimento da parte aérea (cm) de *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplântio) para a variação da lâmina de irrigação (A) e para a variação da dose de K (B)



Para a variável área foliar houve interação entre as lâminas de irrigação e as doses de potássio a 1% de significância (Figura 2). As doses de K foram significativas apenas para a lâmina de 100% onde o acréscimo do potássio no solo promoveu áreas foliares crescentes. Para as demais lâminas as doses de K não promoveram diferenças significativas. E se observa que para todas as lâminas testadas o uso de 0 e 50 kg<sup>-1</sup> de K promoveu sempre as menores áreas foliares. Com 100% ETc houve resposta à K com 200 kg<sup>-1</sup>, para as demais lâminas não houve resposta ao K. Desta forma as maiores áreas foliares foram alcançadas com a lâmina de 100% (independente da dose de K) e para ETc de

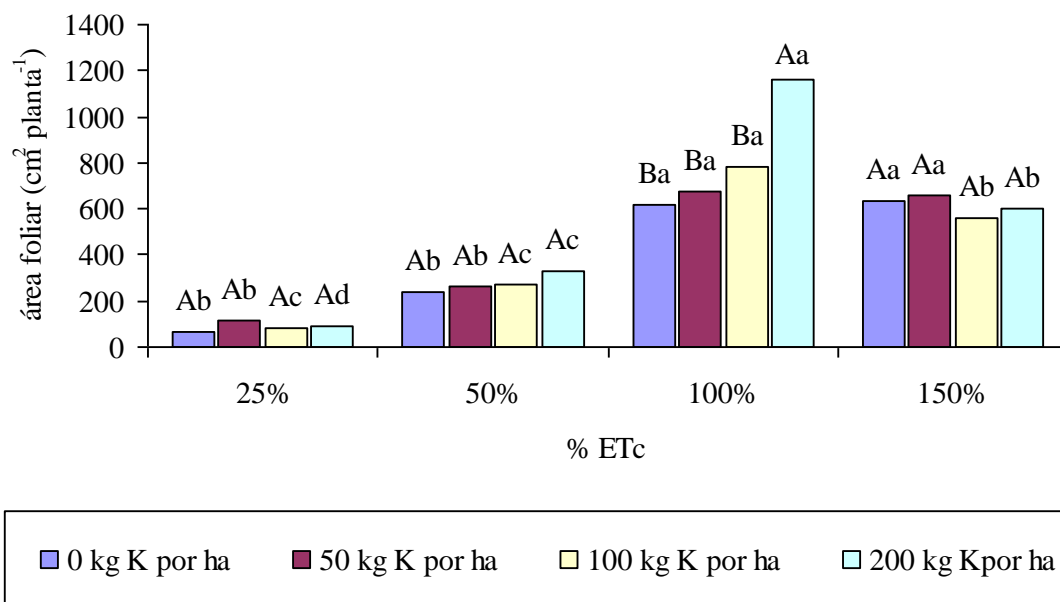


150% as maiores áreas foliares alcançadas foram para as dosagens de 0 e 50 kg<sup>-1</sup> de K. Portanto quando se repões 100% de água não há a necessidade do fornecimento de potássio (K). Segundo Taiz e Zeiger (2004), o K é o nutriente que permanece na forma iônica requerido como cofator de mais de 40 enzimas, sendo o principal cátion no estabelecimento do turgor celular, estando presente no tecido vegetal como íon livre ou ligado a substâncias tais como ácidos pécticos, presentes na parede celular vegetal, atuando na regulação de potenciais osmóticos e manutenção da eletroneutralidade celular, fato este que acelera o fluxo de água e de produtos da fotossíntese (assimilados) dentro da planta, fazendo com que a cobertura foliar seja aumentada (RAIJ, 1990).

Apesar de a altura ser maior na dose 50 kg ha<sup>-1</sup> de K, o interessante é a produção de folhas, já que esta é a parte que possui maior acúmulo de óleo essencial rico em linalol, conforme constatado por Rosado et al. (2005), bem como para comercialização in natura (MAROTTI et al., 2008). Sendo recomendado, dessa forma, a dose de 200 Kg ha<sup>-1</sup> de K, visando maior lucratividade ao produtor.

Correa e Nogueira (2004), explicam que a redução da área foliar em plantas sob estresse pode se traduzir em estratégia de sobrevivência, com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração.

**FIGURA 2** - Área foliar (cm<sup>2</sup>) por planta de *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplantio) para as diferentes doses de potássio e diferentes lâminas de irrigação (Letras maiúsculas indicam diferença estatística entre as doses de potássio dentro da lâmina de irrigação; letras minúsculas indicam diferença estatística entre lâminas de irrigação dentro da dose de potássio. (p< 0,05))

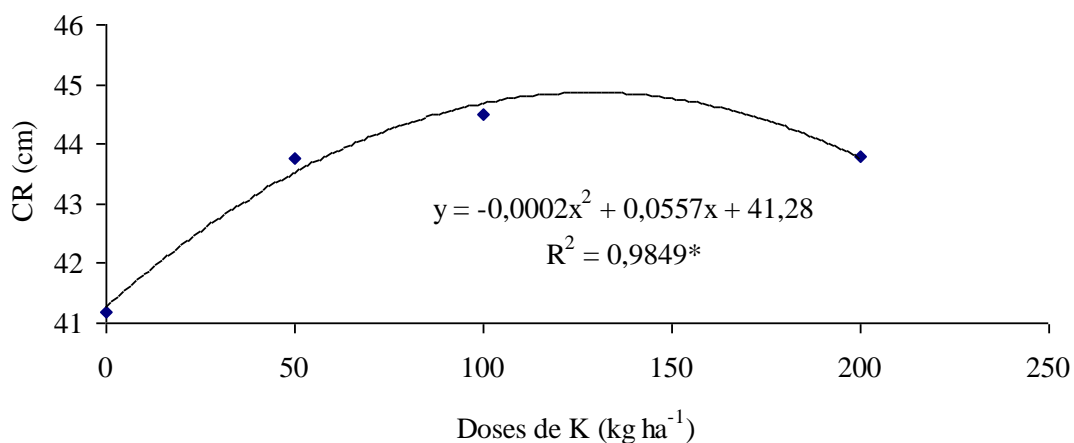
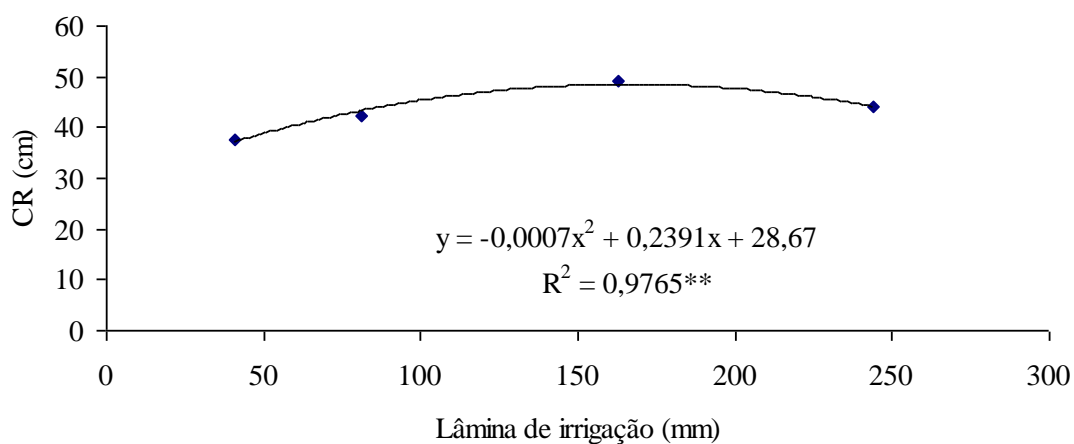


Analisando o sistema radicular observou-se que tanto para o comprimento de raiz (CR) como para massa seca de raiz (MSR) não houve interação entre as doses de potássio e as lâminas de irrigação. Analisando separadamente o efeito nota-se que novamente a lâmina de irrigação apresenta um ajuste quadrático. Neste caso também as doses de potássio apresentaram ajuste quadrático (Figuras 3 e 4). Ou seja, os maiores valores foram obtidos entre os extremos testados. O estresse, por falta ou excesso hídrico, promoveu menor desenvolvimento das raízes. O mesmo comportamento foi notado para as doses de potássio.

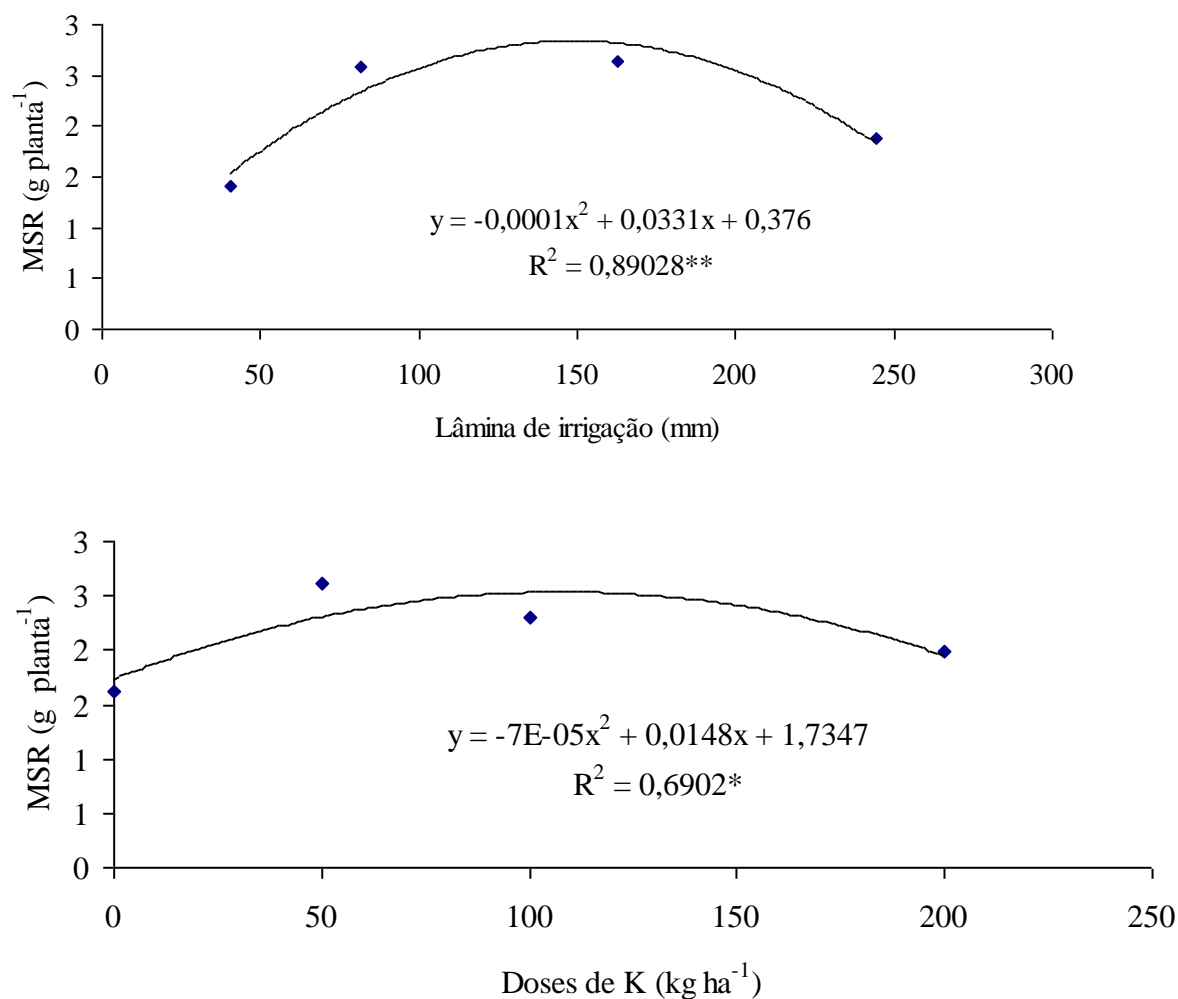
De acordo com Raji (1990), em solos com um bom suprimento de todos os nutrientes, incluindo K, o crescimento e a emissão de raízes são favorecidos; em algumas culturas, o K estimula o grau e a extensão da ramificação radicular. Essa maior penetração radicular proporciona, em geral, melhor acesso à umidade para as plantas, bem como o aumento de tensão de água (baixo teor de umidade) altera processos fisiológicos em raízes.

O alongamento radicular, a turgidez e a taxa de regeneração das raízes aumentam com K suficiente. Dessa forma é imprescindível que haja água suficiente para que o nutriente seja absorvido através da solução do solo pelo sistema radicular.

**FIGURA 3** - Comprimento de raiz (CR) (cm) por planta de *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplante) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio



**FIGURA 4** - Massa seca de raiz (MSR) (g) por planta de *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplântio) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio



Farias et al. (2003) observaram o mesmo comportamento em crisântemo sob diferentes tensões de água no substrato, pois as plantas sob condições de estresse hídrico tendem a se expandirem menos do que as plantas adequadamente irrigadas.

A redução de comprimento de raiz e massa seca de raiz de 100% ECA para 0% ECA, foi de 23% e 47% respectivamente. Já para o estresse por excesso hídrico a redução de comprimento de raiz e massa seca de raiz de 100% ECA para 150% ECA, foi de 11% e 28% respectivamente. Isto indica que o manjeriço é mais sensível ao estresse por deficiência hídrica quando comparado ao estresse por excesso hídrico. Segundo Bergonci et al. (2000) e Silber et al. (2006), um solo com baixo conteúdo de água terá sua resistência ao fluxo de

água para as raízes elevada, devido a sua condutividade hidráulica estar baixa; a medida que ocorre o secamento do solo, o contato entre este e a raiz decresce dificultando a reposição de água pela planta. Dessa maneira no tratamento de 50% ECA o sistema radicular explorou o solo e conseguiu desenvolver em massa seca e comprimento como explicado por Silber et al. (2006) pois em condições de déficit não muito severo, sistema radicular explora o solo em locais que ainda apresentam água passível de ser absorvida.

O excesso de água aplicado diariamente prejudicou o desenvolvimento da cultura, o que é análogo aos resultados obtidos por Pizard et al. (2006) para camomila e Silva et al. (2002) para *Melaleuca alternifolia*. Isto ocorreu porque a situação de excesso hídrico diário pode reduzir o suprimento de oxigênio às raízes, o que, em troca, limita a respiração, a absorção de nutrientes e outras funções das raízes (HOPKINS, 1995).

A massa fresca da parte aérea (MFPA em g por planta) é a variável de maior interesse comercial, pois a indústria compra diretamente do produtor a parte aérea desfolhada para posterior extração do óleo na indústria. Não foi observado interação entre as lâminas de irrigação e as doses de potássio. Porém os dois fatores apresentaram individualmente efeito significativo sobre a produção, sendo para a lâmina de irrigação, observado também ajuste quadrático e para as doses de potássio novamente um ajuste linear positivo (Figura 5), indicando a necessidade de se repetir o experimento com doses maiores de potássio por ha.

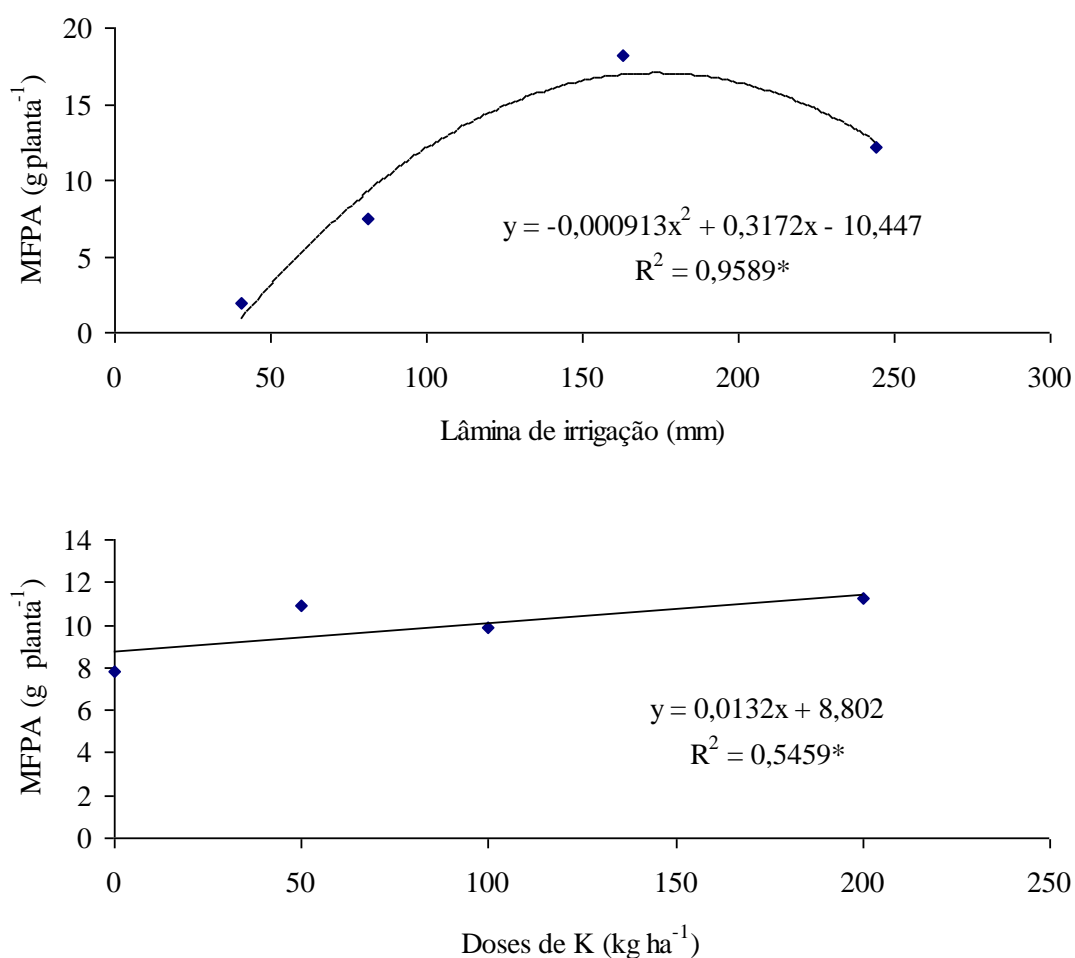
Para Bergonci et al. (2000) esta resposta ocorreu devido ao fato que a reposição da água na planta, que fora perdida nos momentos de maior transpiração, foi mais rápida nas plantas com adequada disponibilidade hídrica (100% ECA), enquanto naquelas em que houve limitação, por deficiência ou por excesso hídrico, essa reposição foi mais lenta.

Em relação às doses de potássio nota-se que o comprimento da parte aérea foi superior para a dose de 100 kg de potássio com conseqüente queda para a dose de 200 kg o que indicava uma maior produção de folhas para a dose de 100 kg de potássio. Porém, quando avaliado a área foliar a dose de 200 kg de potássio por ha promoveu os maiores valores devido ao maior número

de folhas e expansão foliar, o que foi mais importante para a produção massa fresca da parte aérea.

Estes resultados apontam para a necessidade de testes com doses maiores de potássio para verificar a dose que atingiria o máximo de produção da massa fresca da parte aérea.

**FIGURA 5** - Massa fresca da parte aérea (MFPA) (g) por planta de *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplante) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio



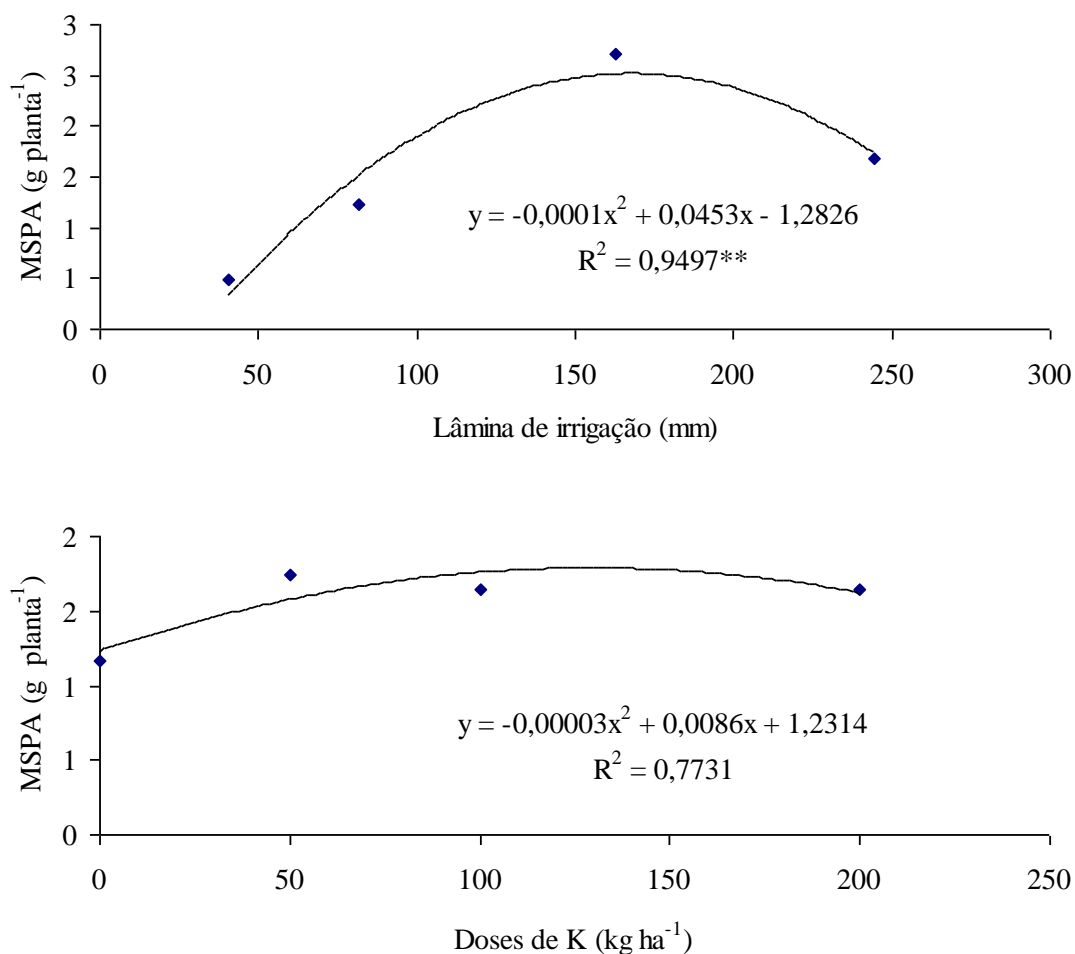
Para a massa seca da parte aérea não houve interação entre as lâminas de irrigação e as doses de potássio. E para ambos houve ajuste quadrático significativo (Figura 6). Observa-se que a não aplicação de potássio resultou nos menores valores. Os maiores valores de produção foram estatisticamente iguais obtidos para as doses de 50 e 100 e 200 kg de potássio por ha.

Esses resultados mostram que quando avaliamos a massa fresca da parte aérea, produto de venda do agricultor, a dose de 200 kg de potássio por ha mostrou-se a mais indicada, porém quando avaliamos a massa seca da parte aérea, usada para a extração do óleo essencial, não foi necessária a aplicação de 200 kg de potássio, tendo sido atingido os valores máximos de massa com as doses inferiores de potássio de 50 e 100 kg por ha.

A perda de água pode reduzir o potencial hídrico das plantas, causando diminuição na turgescência, condutância estomática, fotossíntese e, finalmente, menor crescimento e produtividade (KUMAR; SINGH, 1998). Leonardo (2007), concluiu que os valores de MSPA em *Ocimum*, diminuiu significativamente para o tratamento com déficit hídrico severo, esses resultados são próximos aos encontrados na literatura para a MSPA (FURLAN, 2000; CHAVES, 2001).

Na planta, tanto o crescimento quanto o desenvolvimento e a translocação de fotoassimilados encontram-se ligados à disponibilidade hídrica do solo (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). No processo de fotossíntese, a falta d'água influencia no acúmulo de matéria seca, limitando a disponibilidade de CO<sub>2</sub> e os processos de alongação celular (EMBRAPA, 1993).

**FIGURA 6** - Massa seca da parte aérea (MSPA) (g) por planta de *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplântio) para as diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio

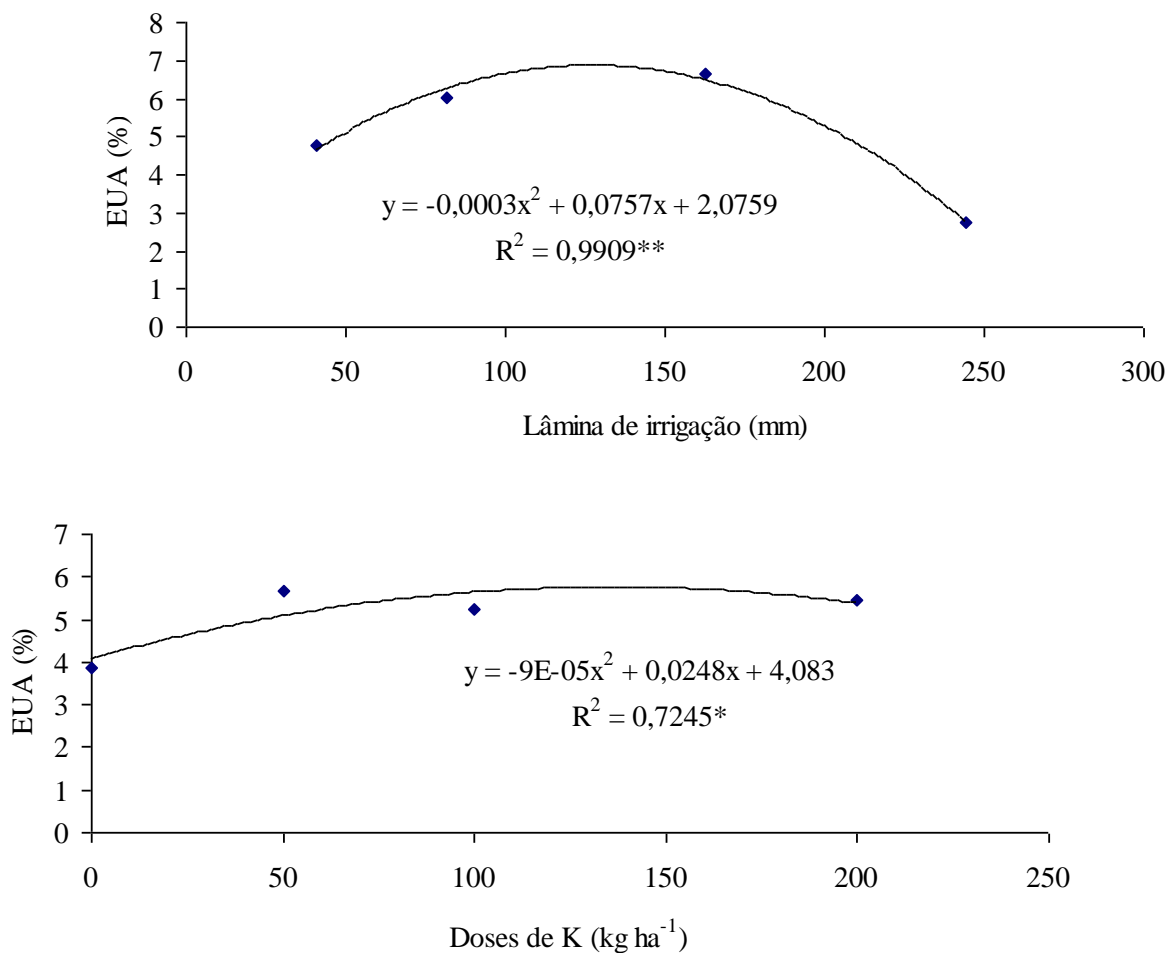


As maiores eficiências do uso da água (EUA) foram obtidas para a lâmina de 100% pois as lâminas de 25 e 50% promoveram um estresse hídrico severo levando a planta a manter apenas a preservação e diminuir a produção de folhas (Figura 7). Como visto nos gráficos de MFPA e MFSA (Figuras 5 e 6).

O excesso hídrico apresenta as menores eficiências esperadas, pois o excesso hídrico fornece água em quantidade superior a demanda da planta, não sendo possível a sua utilização com alta eficiência e ao mesmo tempo, de acordo com Hopkins (1995) a situação de excesso hídrico diário pode reduzir o suprimento de oxigênio às raízes, o que, em troca, limita a respiração, a absorção de nutrientes e outras funções das raízes dificultando o desenvolvimento da planta.



**FIGURA 7** - Gráfico A representa a eficiência do uso da água (EUA) (%) em *Ocimum basilicum* aos 53 DAT (Dias após o transplante) para as diferentes lâminas de irrigação e o gráfico B representa a EUA para as diferentes doses de potássio



## 5 CONCLUSÕES

As diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio influenciaram significativamente todas as variáveis analisadas.

A maior massa da parte aérea foi obtida quando se aplicou cerca de 100% da evapotranspiração da cultura e a maior dose de potássio (200 Kg ha<sup>-1</sup>).

Tomando por base a massa da parte aérea, a melhor eficiência do uso da água foi obtida para lâmina d'água e dose de K<sub>2</sub>O ligeiramente menores do que os citados anteriormente.

## REFERÊNCIAS

- BERGONCI, J.I. et al. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1531-1540, 2000.
- BEZERRA, A. M. E. et al. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 124-129, 2006.
- BLANK, A. F. et al. Efeitos da adubação química e da calagem na nutrição de melissa e hortelã-pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 195-198, abr.-jun. 2006.
- BRADSHAW, A. D.; HARDWICK, K. Evolution and stress: genotypic and phenotypic components. **Biological Journal Linnean Society**, v. 37, n. 1-2, p. 137-155, 1989.
- CARVALHO, L. M. et al. Disponibilidade de água no solo e crescimento de artemísia. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 726-730, 2003.
- CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 24-30, 2006.
- CHAVES, F. C. M. **Produção, rendimento e composição óleo essencial de alfava-cravo (*Ocimum grantissimum* L.) em função da adubação orgânica e época de corte**. 2001. 146 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômicas – Unesp – Botucatu.
- CORRÊA JÚNIOR, C. et al. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: EMATER-PR, 1991. 151 p.
- CORREIA, K. J.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.
- DALIPARTHY, J.; BARKER, A. V.; MONDAL, S. S. Potassium fractions with others nutrients in crops: a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 17, p. 1859-1886, 1994.
- EMBRAPA, CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: SPI-EMBRAPA, 1999. 412 p.
- EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA - Milho, 1993. 204 p.
- ERENO, D. Perfume de manjeriçao. **Revista Fapesp**, São Paulo, n. 120, 2006.

- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: PRODUÇÃO de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. cap.1. p. 21-53.
- FARIAS, M. F.; SAAD, J. C. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Qualidade comercial do crisântemo de vaso em ambiente protegido, cultivar Puritan, irrigado sob diferentes tensões de água no substrato. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 160-166, 2003.
- FERNANDES, P. C. et al. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 260-264, 2004.
- FURLAN, M. C. **Efeito da adubação com N, P2O5-K2O sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cv. genovese**. 2000. 172 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- HADID, A. A. et al. **Proposal for Expanding the Crop Mandate of ICARDA to Include Horticultural Crops**. Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), 2004. 53 p.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley and Sons, 1995.
- KUMAR, A.; SINGH, D. P. Use of physiological indices as a screening technique for drought to tolerance in oilseed *Brassica* species. **Ann. Bot.**, London, v. 81, p. 413-420, 1998.
- LEONARDO, M. **Produção de óleo essencial associado à deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L. cv. Genovese**. 2007. 132 p. – Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.
- MAIRAPETYAN, S. K. Aromatic plant culture in open - air hydroponics. **Acta Horticulture**, v. 502, p. 33-36, 1999.
- MARCHESE, J. A., FIGUEIRA, G. M. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 86-96, 2005.
- MAROTTI, M. et al. Differences in essential oil composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) italian cultivars related to morfological characteristics. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 44, n. 12, p. 3926-3929, 1996.
- MONTANARI JÚNIOR I. et al. Influência da fertilização NPK na biomassa e no teor de alcalóide de *Atropa belladonna* Linn. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 71, 1993.

MUNNU SINGH; SINGH, M. Effect of nitrogen and irrigation regimes on the yield and quality of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Spices and Aromatics Crops**, v. 11, n. 2, p. 151-154, 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.C. et al. Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função de calagem e adubação. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 735-739, jul.-set. 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR A.C. et al. Efeitos de calagem e adubação no crescimento e nutrição de arnica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 347-351, 2006.

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

PIZARD, A.; ALYARI, H.; SHAKIBA, M. R. Essential oil content and composition of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. **Journal of Agronomy**, v. 5, n. 3, p. 451-455, 2006.

RAIJ, B. V. **POTÁSSIO: Necessidade e Uso na Agricultura**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato; tradução Bernardo van Raij. Piracicaba: POTAFOS, 1990. p. 9-11.

RAIJ, B.van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B.van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RIVERA, R. N. C. **Modelagem da dinamica da agua e do potassio na irrigacao por gotejamento superficial**. 2004. 89 p. Tese de (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ – USP. Piracicaba,

SANTOS, M. R. A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 182-185, abril-junho 2004.

SANTOS, T. T. et al. Efeito do estresse hídrico na produção de massa foliar e teor de óleo essencial em sambacaitá (*Hyptis pectinata* L.). IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOB, 2004. v. 22. p. 1-4.

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

SILBER, A. et al. Response of Leucadendron 'Safari Sunset' to irrigation and fertilisation levels. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 81, p. 355-364, 2006.

- SILVA, F.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: Pós colheita e óleos essenciais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2000.
- SILVA, W. L. C; MAROUELLI, W. A. Fertirrigação de hortaliças. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, n. 52/53, p.45-47, 2001/2002.
- SILVA, I. R. et al. Formas, relação quantidade/intensidade e biodisponibilidade de potássio em diferentes Latossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 2065-2073, out. 2000.
- SILVA, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, 2002.
- SIMON, J. E. **Sweet basil: a production guide**. West Lafayette: Purdue University, 1985. 3 p.
- SIMON, J. E. **Basil**. West Lafayette: Purdue University, 1995. 6 p.
- SINGH-SANGWAN, N. et al. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. **New Phytol.**, Cambridge, v. 128, p. 173-179, 1994.
- SOUSA, V. F. et al. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TEIXEIRA, J. P. F. et al. Essential oil contents in two cultivars of basil cultivated on NFT-hydroponics. **Acta Horticulturae**, Leuven – Bélgica, v. 569, p. 203-208, 2002.