

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DO MANJERICÃO**

PAULO ROBERTO PRAVUSCHI

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DO MANJERICÃO**

PAULO ROBERTO PRAVUSCHI

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

Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientadora:

Profa. Dra. Patrícia Angélica Alves Marques

653.04
P915e

Pravuschi, Paulo Roberto

Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjerição / Paulo Roberto Pravuschi – Presidente Prudente : [s.n.], 2008.

35 f.

Disserta o (Mestrado em Agronomia) –
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE:
Presidente Prudente – SP, 2008.

Bibliografia

1. Manejo de irriga o. 2. Plantas medicinais.
I. Título.

PAULO ROBERTO PRAVUSCHI

**EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO
DE ÓLEO ESSENCIAL DO MANJERICÃO**

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

Presidente Prudente, 28 de maio de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Patrícia Angélica Alves Marques
UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista

Prof. Dr. Sidney Osmar Jadoski
DEAGRO - Unicentro

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista

AGRADECIMENTOS

A professora Patrícia Angélica Alves Marques, pela orientação, paciência e colaboração na execução desse trabalho.

Aos alunos da graduação, Ricardo Bezerra da Silva e Bruno Henrique Marega Rigolin pela ajuda no desenvolvimento deste projeto.

Ao Juliano César Bonfin, técnico do laboratório de botânica da UNOESTE pelo auxílio de secagem e extração.

Aos Professores da UNOESTE, Dr. Ana Claudia Pacheco Santos e Dr. Gustavo Maia Souza pela contribuição no esclarecimento dos artigos.

Ao Professor Dr. Vagner Camarini Alves pelo auxílio na coleta de dados da estação meteorológica.

Agradecimentos também a todos os professores e funcionários da UNOESTE pela força e companheirismo prestados.

Ao amigo e incentivador de todas as horas Laertes Teixeira da Rocha.

Agradeço à minha companheira Marli de Fátima Dos Santos pela compreensão e paciência durante o período em que me dediquei a este trabalho.

DEDICATÓRIA

Para

Estanislau Pravuschi, Francisca Pravuschi e Dr. João Carlos D'Elia

Incondicional...

*“A esperança é quando a dor presente nos faz tentar
outra vez”*

(Chico Science)

RESUMO

Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriçã

O objetivo deste experimento foi analisar o efeito de cinco lâminas de irrigação na produção do manjeriçã, planta muito usada como tempero na preparação de alimentos. As lâminas foram baseadas na evaporação do tanque classe A (ECA) sendo: 0% ECA; 50% ECA; 75% ECA; 100% ECA e 150% ECA. As variáveis analisadas foram a matéria seca das folhas e inflorescências, teor de óleo essencial e massa seca e comprimento de raízes. Foram calculadas a produtividade de óleo essencial e a receita líquida. O experimento foi instalado em Presidente Prudente-SP no período de março a outubro de 2007. A terceira colheita só foi viável utilizando irrigação. A irrigação excessiva diária prejudicou o desenvolvimento da planta. A lâmina de irrigação equivalente a 100% ECA apresentou a máxima produtividade de massa seca ($4.248,67 \text{ kg ha}^{-1}$), a máxima produtividade de óleo essencial ($58,26 \text{ kg ha}^{-1}$) com a receita líquida anual de R\$ 2.543,82 ha^{-1} .

Palavras-chave: manejo da irrigação, plantas medicinais, Tanque Classe A.

ABSTRACT

Effect of different water depths in the basil oil production

The purpose of this experiment was to analyze five irrigation water depth effect on the basil production. The basil is a plant very used as spice to food preparation. The water depths had been based in the class A pan evaporation (CPE): 0% CPE; 50% CPE; 75% CPE; 100% CPE, and 150% CPE. The analyzed variables were dry weight for leaves and flowers; content of essential oil and dry mass and length of root zone. It was calculated the essential oil yield and net return. The experiment was carried out in Presidente Prudente, SP, Brazil, from March to October 2007. The third harvest was possible only under irrigation. The daily excessive water depth was detrimental to the plant development. The 100% CPE water depth showed maximum dry mass productivity ($4,248.67 \text{ kg ha}^{-1}$), maximum essential oil yield (58.26 kg ha^{-1}) with the net annual profit of R\$ 2,543.82 ha^{-1} .

Key words: irrigation scheduling, *Ocimum basilicum* L., medicinal plants

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análise físico química de solo.....	19
TABELA 2 - Valores médios de PMS (Produtividade de massa seca em kg ha^{-1}) para as três colheitas de manjeriço cultivado em Presidente Prudente, SP.....	26
TABELA 3 - Valores médios de Teor (Teor de óleo essencial em massa seca em %) para as três colheitas de manjeriço cultivado em Presidente Prudente, SP.....	27
TABELA 4 - Valores de PTMS (Produtividade de massa seca em kg ha^{-1}); RT (Rendimento total de óleo essencial em kg por ha); MSR (Massa seca de raiz em g) e CR (Comprimento da raiz em cm) do manjeriço.....	28
TABELA 5 - Valores finais de LL (lâmina líquida de irrigação - mm); CE (custo da energia elétrica - $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); CP (custo de produção do manjeriço sem considerar os custos da irrigação - $\text{R\$ kg}^{-1}$); CI (custo da irrigação - $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); RB (receita bruta anual - $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e RL (receita líquida anual - $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) para produção de óleo essencial de manjeriço.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos da cultura.....	14
2.2 Manejo de irrigação em plantas medicinais.....	15
2.3 Necessidade hídrica da cultura.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Localização do experimento.....	19
3.2 Preparo das mudas e plantio.....	20
3.3 Colheitas e análises finais.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais tem despertado crescente interesse devido a sua facilidade de cultivo e ao acesso na obtenção de fitoterápicos. Por outro lado, o manejo adequado das espécies medicinais não tem sido satisfatório devido à falta de padronização durante o cultivo, colheita, armazenamento ou mesmo no preparo de fitomedicamentos. Atualmente, boa parte da produção de plantas medicinais vem sendo destinada à produção de óleos essenciais, valorizados na indústria alimentícia e principalmente na indústria de cosméticos.

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta tropical de clima quente e úmido, pertence à família Lamiaceae, possuindo entre 50 e 150 espécies na Ásia Tropical, África, América Central e América do Sul. Tem sido relatado que o teor de óleo essencial contido nesta planta encontra-se na faixa entre 1,5 e 3% (p/p), dependendo da região geográfica e da espécie.

O cultivo do manjeriço tem como principal argumento o apelo ecológico, pois seu óleo essencial pode salvar uma espécie amazônica da extinção. Desde o início do século passado, o óleo essencial do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* D.) tem sido usado de modo não sustentável e em larga escala, para a produção de linalol e fragrâncias para a indústria de perfumaria, levando o IBAMA a incluí-lo na lista de espécies em perigo de extinção. 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 contém cerca de 40,2 % a 48,5 % de linalol. Além dos benefícios ecológicos, traz também benefícios sociais como a geração de emprego e renda ao pequeno agricultor.

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. Diversas plantas medicinais, aromáticas e condimentares são produzidas com o uso da irrigação suplementar, tais como o orégano, camomila, sálvia e menta. Não se tem conhecimento sobre o comportamento do manjeriço em plantios de larga escala e regime de irrigação para a região de Presidente Prudente e em outras regiões com clima semelhante.

A irrigação é uma das mais importantes tecnologias empregadas para aumentar a produtividade e permitir maior eficiência e estabilidade na produção agrícola. A sua adoção deve ser baseada na viabilidade técnica e econômica do projeto, obtida por meio da análise detalhada e cuidadosa dos fatores climáticos, agrônômicos e econômicos envolvidos. Dessa maneira o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito no crescimento e desenvolvimento do manjerição pela aplicação de diferentes lâminas de irrigação, buscando a viabilidade econômica do uso da irrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos da Cultura

As plantas medicinais vêm se tornando uma alternativa de renda a pequenos produtores rurais, por esse motivo é preciso se investir em pesquisas de práticas agrícolas para essas plantas (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005). O incremento no uso da fitoterapia, tanto para o tratamento como para a cura de doenças tem criado maior demanda para comunidade científica na realização de pesquisas visando o maior desenvolvimento e produtividade das plantas medicinais, sem comprometer os princípios ativos (SANTOS et al., 2004).

Entre as ervas aromáticas, o manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), pertence à família Lamiaceae, possuindo entre 50 e 150 espécies na Ásia Tropical, África, América Central e América do Sul, possui importância econômica no Brasil. Porém, as informações quanto à qualidade aromática dessas plantas em função das técnicas de cultivo são escassas (FERNANDES et al., 2004). No Brasil, é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais para a comercialização da planta como condimento (TEIXEIRA et al., 2002).

Além do uso *in natura* o manjeriço é muito utilizado para a obtenção de óleo essencial, importante na indústria de perfumaria e na aromatização de alimentos e bebidas (MAROTTI et al. 1996; BLANK et al., 2004). Segundo Blank et al. (2004) o manjeriço tem grande potencial agrônomo para extração do linalol, pelo teor de óleo apresentado e por ser uma planta de ciclo curto. O óleo essencial de manjeriço também apresenta propriedades inseticidas e repelentes (UMERIE et al., 1998). Bach et al. (2005) utilizaram extratos de gengibre e de manjeriço na indução de resistência de plantas de cevada contra *Bipolaris sorokiniana*, fungo causador de mancha foliar. Observaram que ambos extratos demonstraram ser potentes indutores de resistência em plantas de cevada.

De acordo com Ereno (2006) o óleo essencial do manjeriço contém cerca de 40,2 % a 48,5 % de linalol, substância usada pela indústria alimentícia como aromatizante e pela indústria de perfumes na fixação de fragrâncias, como a do mundialmente conhecido perfume Chanel nº5. 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. Por esta razão, o IBAMA, através da Portaria N. 37-N, de 3 de abril de 1.992, considerou a espécie ameaçada de extinção (IBAMA, 2007).

2.2 Manejo de Irrigação em Plantas Medicinais

São poucas as informações disponíveis do ponto de vista agrônomo que evidenciam 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). 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.

O ambiente físico desempenha um papel considerável no crescimento, desenvolvimento e na produtividade das plantas, promovendo alterações físicas e químicas no metabolismo vegetal (JANAS et al., 2000). Abrams e Mostoller (1995) sugerem que as plantas exibem variações não genéticas em sua morfologia e fisiologia, em resposta à variação ambiental. Esse fenômeno, conhecido como plasticidade fenotípica é responsável pelos diferentes padrões de crescimento e

desenvolvimento das espécies que vivem em diferentes ecossistemas. edafoclimáticos e de características peculiares desta vegetação.

Além dos metabólitos primários, uma grande variedade de metabólitos secundários é sintetizada. Nas plantas, a alocação de carbono para a síntese de metabólitos secundários é determinada tanto pela disponibilidade de recursos edafoclimáticos (água, nutrientes, luz, concentração de CO₂), como por estresses específicos (seca, poluentes atmosféricos, radiação ultra-violeta, temperatura) (LAVOLA, 1998; KOUKI; MANETAS, 2002). Assim, vários fatores que afetam o crescimento, fotossíntese e outros aspectos do metabolismo primário, também causam efeitos no metabolismo secundário (LAVOLA et al., 2000). Entretanto, segundo Lavola (1998), deve se considerar que quando associados, estes fatores podem afetar diferentemente os padrões morfológicos e bioquímicos das plantas.

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).

Estudos estão sendo realizados para avaliar o efeito de determinados estresses no desenvolvimento e produtividade de massa foliar pelas plantas medicinais. 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).

Chatterjee et al. (1995), demonstraram que um estresse médio aumentou o teor de óleo essencial das folhas de cultivares de *Bangla* and *Meetha betel*, porém, o estresse severo reduziu o teor do óleo essencial. 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). 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 plantas de artemísia (*Tanacetum parthenium* L. Schultz-Bip.), mantidas na capacidade de campo, a 90%, a 70% e a 50% da capacidade de campo. 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.

Em seu estudo Hadid et al. (2004) observaram que o orégano quando irrigado apresentou benefícios econômicos superiores aos obtidos em grandes culturas, chegando a prover 24 vezes mais retorno econômico que o trigo cultivado em regiões áridas da Síria. Obtiveram uma produtividade de 7000 kg ha⁻¹ com o uso da irrigação suplementar do orégano.

Munnu e Singh (2002) avaliaram o efeito do nitrogênio e de regimes de irrigação sobre a produção e qualidade de manjeriço (*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 a fração equivalente a 25% do Tanque Classe A. A eficiência do uso de água foi máxima para a irrigação de 25% do Tanque Classe A, sendo 0,377 Kg mm⁻¹ ha⁻¹. Santos et al. (2004) estudando Sambacaitá (*Hyptis pectinata* L.), observaram o déficit de água induziu um abortamento das folhas pelas plantas, verificando-se uma redução de, aproximadamente, 66% da massa foliar com quatro dias de estresse hídrico.

Em práticas agrícolas de campo, a deficiência hídrica pode ser compensada com irrigação, porém, por ser um método caro deve ser feita de maneira correta para se evitar o desperdício e não prejudicar o desenvolvimento da planta, já que o excesso de água no solo causa redução imediata na troca de gases entre a planta e o ambiente (ARMSTRONG et al., 1994). A anoxia ou a hipoxia sofrida pelo sistema radicular altera o metabolismo celular, provocando queda imediata na respiração das raízes, tanto em plantas tolerantes como nas intolerantes (BRAENDLE; CRAWFORD, 1999; LIAU; LIN, 2001).

A irrigação justifica-se como recurso tecnológico indispensável ao aumento da produtividade das culturas em regiões onde a insuficiência ou má distribuição das chuvas inviabiliza a exploração agrícola. Entretanto a viabilidade econômica é um fator indispensável para sua adoção entre os agricultores (FRIZZONE, 2002; MARQUES; FRIZZONE, 2005).

2.3 Necessidade Hídrica da Cultura

O clima é um dos principais fatores na determinação do volume de água evapotranspirada pelas culturas. Além dos fatores climáticos, a evapotranspiração também é influenciada pela própria cultura. Um dos métodos mais utilizados para estimativa da evapotranspiração (ET_o) é o método do tanque classe A, desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (U.S.W.B.), no qual mede-se o efeito integrado da radiação solar, vento, temperatura e umidade relativa sobre a evaporação de uma superfície livre de água, onde a planta responde as mesmas variáveis climáticas (DOORENBOS; PRUITT, 1984; PEREIRA et al., 1997). Apresenta também facilidade de operação e custo relativamente baixo, além dos resultados satisfatórios para estimativa da demanda hídrica das culturas (VOLPE; CHURATA-MASCA, 1998). Diversos autores utilizaram o Tanque Classe A para a determinação da lâmina de irrigação, tais como: Santana et al. (2004); Alves Júnior et al. (2005) e Melo et al. (2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

Esta pesquisa foi conduzida na área experimental do horto de Plantas Medicinais da UNOESTE, no período de março a outubro de 2007, 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. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, Eutrófico, de textura arenosa/média (EMBRAPA, 1999). Apresenta-se na Tabela 1 a análise físico-química do solo realizada conforme Raij et al. (2001). O solo do experimento não recebeu a prática da adubação nem calagem por tratar-se de área comumente utilizada para plantio de olerícolas com saturação por bases próximo a 70% e teores de nutrientes adequados (RAIJ et al., 1996). De acordo com Corrêa Júnior et al. (1991) e Oliveira Júnior et al. (2005) são escassas as informações sobre as exigências nutricionais de plantas medicinais, principalmente no Brasil.

TABELA 1 - Análise físico química de solo

P	K⁺	Ca⁺²	Mg⁺²	Al⁺³	H+Al	Mn	Fe	Cu	Zn	B	SO⁻²₄
mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				-----mg dm ⁻³ -----						
36	1,8	19	14	0	19	16,1	23,2	1,3	0,6	0,13	8,0
pH	M.O.		SB			CTC		M%	V%		
CaCl ₂	g dm ⁻³		-----mmol _c dm ⁻³ -----					%	%		
6,3	7		35			51		0	69		
Areia		Silte		Argila			Classe Textural				
795,7		g kg ⁻¹ 64,3		140,0			Arenosa				

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

3.2 Preparo das Mudras e Plantio

As mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) foram obtidas por sementeira realizada no dia 10/03/2007, em bandejas de polipropileno de 120 células e mantidas em viveiro por 40 dias. O solo da área foi preparado por gradagem, e em seguida, os canteiros foram erguidos manualmente, resultando em 25 parcelas de 3,75 m², que foram separadas por uma barreira física a fim de impedir a contaminação da umidade das parcelas. Após este período as mudas foram transplantadas para os canteiros (Figura 1) quando o solo encontrava-se em capacidade de retenção de água considerada de 100mm para a região de Presidente Prudente. O espaçamento utilizado foi de 0,5m x 0,5m. Após o plantio, colocaram-se restos de silagem de capim napier, como cobertura orgânica. Durante o ciclo os tratos culturais realizados constaram de capina manual e controle de infestação de formigas utilizando iscas.

O experimento foi instalado em um delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de cinco tratamentos de lâminas de irrigação baseadas na evaporação do tanque classe A (ECA) sendo: T1 – sem irrigação (0%ECA), T2 – 50% ECA, T3 – 75% ECA, T4 – 100% ECA e T5 –150% ECA com cinco repetições. As lâminas de irrigação (equação 1) foram estimadas com base nas leituras realizadas diariamente no tanque classe A da estação meteorológica da UNOESTE, em Presidente Prudente, SP. Utilizou-se um irrigador manual com calibrações a cada 500 mL. A água foi distribuída de maneira uniforme para controle da lâmina por canteiro, diariamente no período da manhã.

$$h_i = ECA \cdot k_p \cdot k_c \cdot S \quad (01)$$

Sendo: h_i a lâmina de irrigação (L); ECA a evaporação do Tanque Classe A (mm); K_p o coeficiente do Tanque Classe A (0,80); K_c a coeficiente da cultura (1,0 (considerado o K_c médio do hortelã de acordo com Allen et al. (1998)); S a área do canteiro (3,75 m²).

Para acompanhamento das variações do conteúdo de água do solo utilizou-se o balanço hídrico para controle da irrigação, o qual é uma adaptação do balanço hídrico climatológico seqüencial que permite o acompanhamento do armazenamento de água no solo em tempo real. A ascensão capilar e precipitações inferiores a 10mm foram desprezadas para o cálculo do balanço hídrico do solo como recomendado em Pereira et al. (2002).

Mapa de localização das plantas

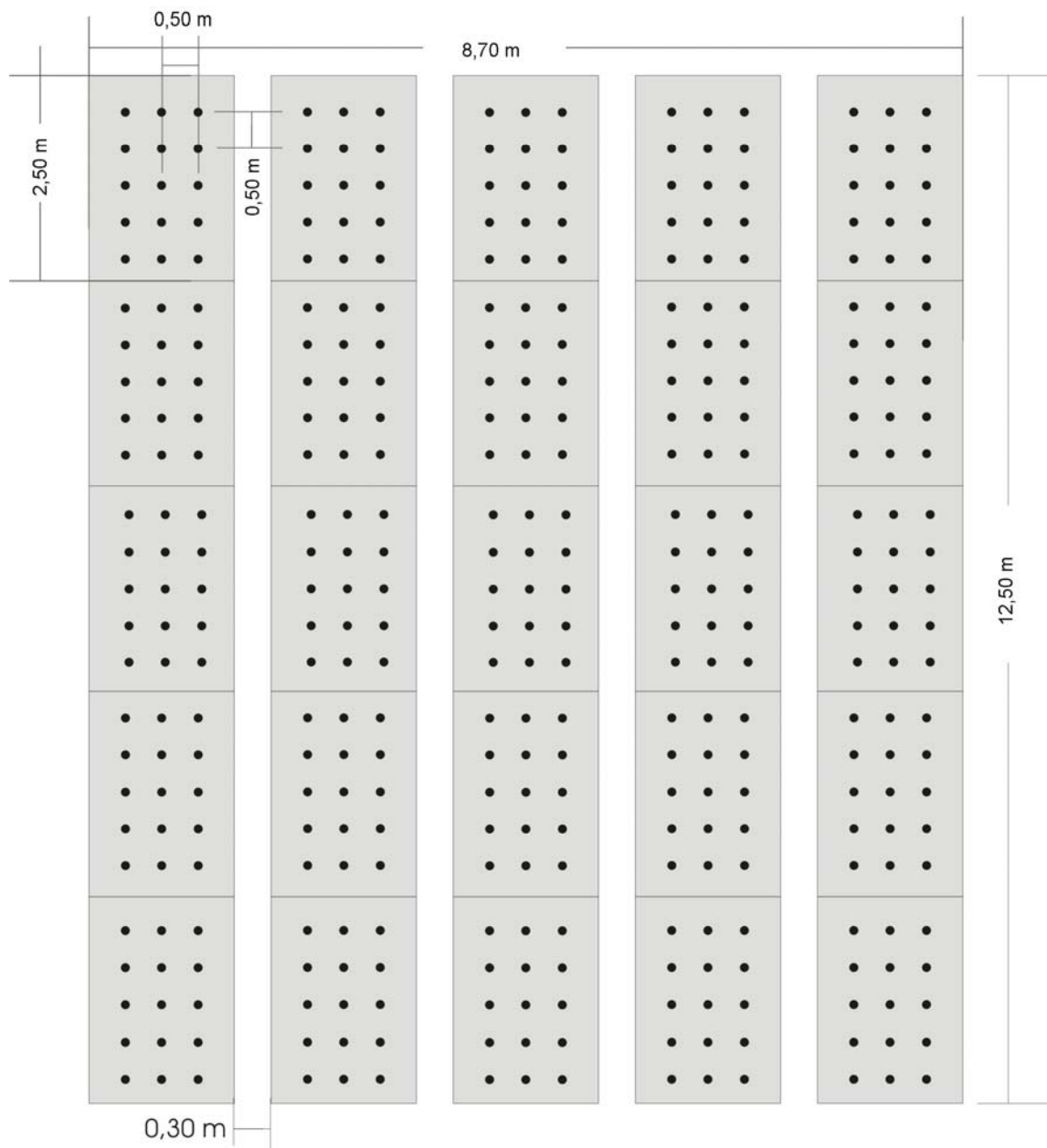


FIGURA 1 - Distribuição das plantas na área experimental

3.3 Colheitas e Análises Finais

As colheitas foram realizadas nos dias 10\06\07 (90 DAP – Dias após plantio); 10\08\07 (150 DAP) e 10\10\07 (210 DAP) no início da manhã entre as 7h e 8h, sendo coletadas as três plantas centrais de cada parcela desprezando-se as plantas da bordadura conforme apresentado na Figura 2.

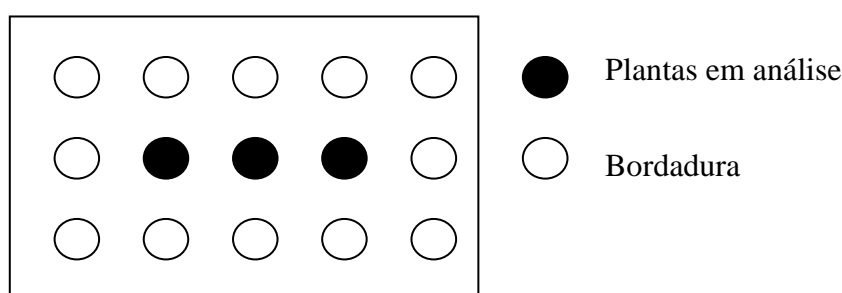


FIGURA 2 - Esquema de plantio de cada repetição

Nas duas primeiras colheitas as plantas foram cortadas a 40 cm do solo. Para a terceira colheita as plantas foram colhidas inteiras. Realizou-se a desfolha manual e em seguida as folhas e inflorescências foram secas em estufa com circulação de ar a temperatura constante de 40 graus até peso constante. Utilizando uma balança analítica, determinou-se a massa da matéria seca das folhas e inflorescências (MSF).

O óleo essencial foi extraído em triplicata da MSF empregando-se a hidrodestilação por arraste a vapor por uma hora e meia em aparelho Clevenger utilizando balões de 1 litro com 50 g MSF em 500 mL de água destilada (FERNANDES et al., 2004).

Ao final dos 210 DAT as raízes foram coletadas por tração manual após e secas em estufa com circulação de ar a temperatura constante de 60 graus até peso constante obtendo-se a massa seca de raiz (MSR) e o comprimento de raiz (CR).

Para o cálculo da PMS (Produtividade de massa da matéria seca) do manjeriço considerou-se como cultivo padrão 40.000 plantas por hectare (equação 2), considerando o plantio em canteiros. Para a análise econômica utilizou-se um

custo de produção de sequeiro de R\$ 1.600,00 por hectare e preço de venda do óleo de manjerição 110,00 R\$ o litro (LINAX, 2007); irrigação por microaspersão com preço de aquisição do equipamento de R\$ 5.000,00 por hectare, vida útil de 15 anos, taxa de juros de 12% a.a.; taxa de manutenção de 3%; custo da energia elétrica corrente no ano de 2008 para a região de Presidente Prudente no valor de 2 kWh por mm aplicado a 0,2048 R\$ por kWh (MARQUES; COELHO, 2003; BLANCO et al., 2004; MARQUES et al., 2006; LINAX, 2007; ANEEL, 2008). Os cálculos utilizados seguiram o modelo computacional para análise do risco econômico em culturas irrigadas (MARQUES; FRIZZONE, 2005).

Com os valores de produtividade de óleo essencial por ha (equação 3) calculou-se a renda bruta utilizando-se a equação 4 (FRIZZONE, 2002) e a receita líquida anual pela equação 5 (MARQUES; FRIZZONE, 2005; MARQUES et al. 2006). As equações 6, 7, 8 e 9 detalham o procedimento de cálculo dos custos da irrigação. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-Knott com nível de significância de 5% .

$$PMS = \sum_{i=1}^3 (MSF \cdot 40.000 \cdot 1000) \quad (i = \text{colheita}) \quad (02)$$

$$RT = \sum_{i=1}^3 (MSF \cdot 40.000 \cdot \text{Teor} \cdot 1000) \quad (i = \text{colheita}) \quad (03)$$

$$RB = RT \cdot \text{Preço} \quad (04)$$

$$RL = RB - [(CP \cdot PMS) + CI] \quad (05)$$

$$CI = CF + CE + CM \quad (06)$$

$$CF = \frac{i \cdot (1 + 1)^n}{(1 + 1)^n - 1} \cdot \text{Paq} \quad (07)$$

$$CE = Cs \cdot T \cdot LL \quad (08)$$

$$CM = \text{Paq} \cdot Tm \quad (09)$$

Sendo: PMS – produtividade de massa da matéria seca ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); RT – produtividade de óleo essencial ($\text{L ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); MSF – massa de matéria seca de folhas e inflorescências ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); Teor – Teor de óleo essencial (%); RB – receita bruta anual ($\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); Preço – preço pago ao produtor pelo óleo essencial ($\text{R\$ L}^{-1}$); RL – receita líquida anual ($\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); CP – custo de produção do manjerição sem considerar os custos da irrigação ($\text{R\$ kg}^{-1}$); CI – custo da

irrigação ($\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); CF - custo fixo anual da irrigação ($\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); CE - custo anual da energia elétrica ($\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); CM - custo anual de manutenção ($\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); i – taxa de juros anual (% a.a.); n – vida útil do equipamento (anos); Pa – preço de aquisição do equipamento de irrigação ($\text{R\$ ha}^{-1}$); Cs – consumo de energia elétrica (kWh mm^{-1}); T – tarifa de energia elétrica ($\text{R\$ kWh}^{-1}$); LL – lâmina líquida de irrigação (mm); Tm – taxa de manutenção (% ano⁻¹).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período estudado observou-se uma precipitação acumulada de 112,6 mm; 365 mm (ocorridos em 13 dias) e 20 mm para a primeira colheita, segunda colheita e terceira colheita respectivamente. Apresenta-se na figura 3 o balanço hídrico mensal para o período de março a outubro de 2007, com indicação do período das colheitas, considerando a capacidade de retenção de água do solo (CAD) da região de Presidente Prudente, SP de 100 mm e na figura 4 a evapotranspiração acumulada para o tratamento 0%ECA e as precipitações ocorridas. A lâmina total de irrigação aplicada para cada tratamento foi de 0 mm; 592,75 mm; 889,13 mm; 1185,50 mm e 1778,25 mm para 0%ECA; 50% ECA; 75%; 100% ECA e 150% ECA respectivamente.

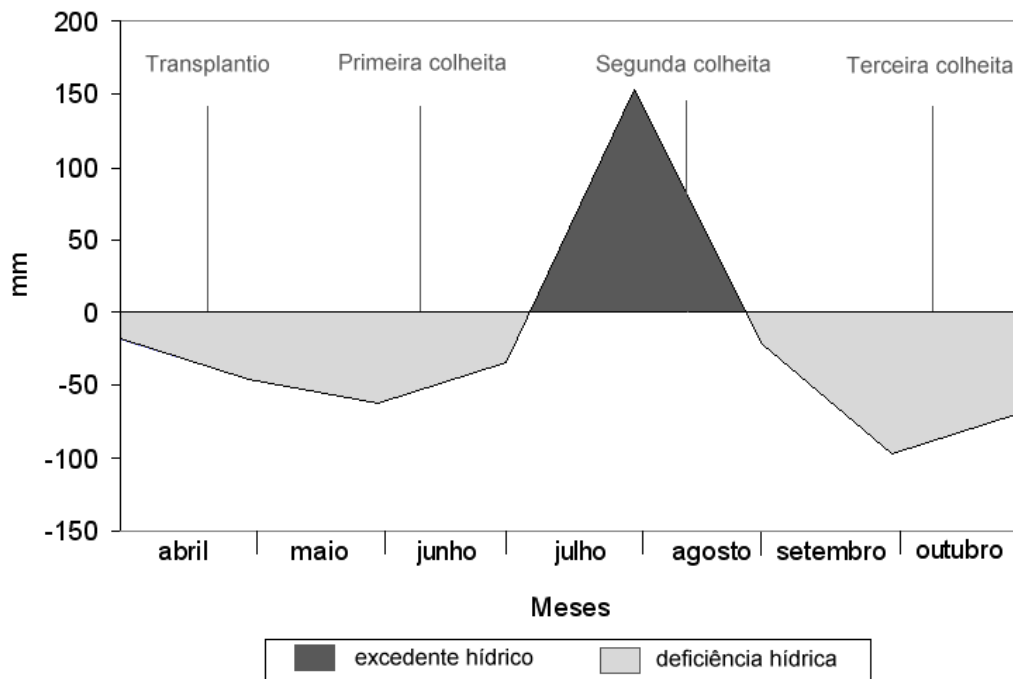


FIGURA 3 - Balanço hídrico para a região de Presidente Prudente (março a outubro de 2007)

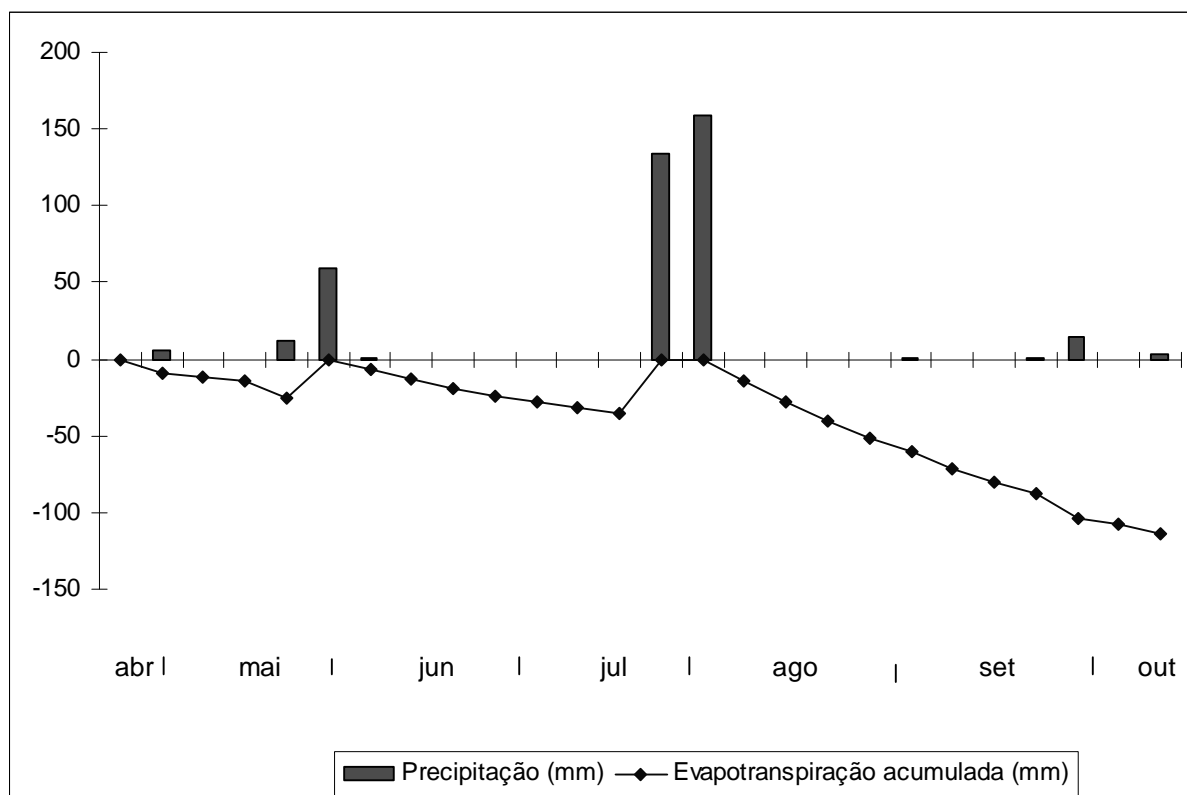


FIGURA 4 - Evapotranspiração acumulada para o tratamento sem irrigação e precipitações ocorridas durante o experimento (20 de abril à 10 de outubro de 2007)

A PMS (Produtividade de massa da matéria seca em kg ha^{-1}) do manjericão somente apresentou influência das lâminas de irrigação nas segunda e terceira colheitas (Tabela 2) devido a ocorrência de precipitações bem distribuídas no períodos do transplântio até a primeira colheita (Figura 4). A partir da segunda colheita o tratamento 100%ECA proporcionou o melhor desenvolvimento vegetativo do manjericão resultando em maior produção de biomassa, estes resultados são semelhantes aos encontrados com as culturas de *Melaleuca alternifolia* por Silva et al. (2002); para orégano por Hadid et al., (2004) e para artemísia por Carvalho et al., (2003). Santos et al. (2004) observaram também em Sambacaitá (*Hyptis pectinata* L.) redução da biomassa com a deficiência hídrica severa, porém, o teor de óleo essencial aumentou com a deficiência hídrica.

O estresse hídrico é geralmente associado à deficiência de umidade no solo, sendo o murchamento de folhas o sinal mais evidente. Na célula, o suprimento de água em níveis inferiores aos requeridos baixará o componente de potencial de pressão do protoplasto sobre a parede da célula, resultando em diminuição de turgor, afetando o crescimento celular (TAIZ; ZEIGER, 2002).

Na terceira colheita as plantas sob 0%ECA e 150%ECA apresentaram uma taxa de mortalidade de 75% e as plantas sob 50%ECA uma taxa de mortalidade de 50%, resultados semelhantes foram obtidos por Costa Filho et al. (2006) que observou a morte de 100% dos indivíduos sob deficiência hídrica total em *Ocimum gratissimum* L., planta do mesmo gênero do manjeriço, em transplante por estaquia. Fato ocorrido devido à excessiva demanda hídrica no período entre a segunda e a terceira colheita (462 mm).

Para o tratamento com 150% ECA o excesso de água aplicado diariamente prejudicou o desenvolvimento da cultura, análogo aos resultados obtidos por Pizard et al. (2006) para camomila e Silva et al. (2002) para *Melaleuca alternifolia*. Isto ocorreu devido ao excesso de água no solo diário ter causado redução imediata na troca de gases entre a planta e o ambiente, reduzindo o suprimento de oxigênio às raízes, o que em troca limita a respiração, a absorção de nutrientes e outras funções das raízes (ARMSTRONG et al., 1994; HOPKINS, 1995).

Dessa maneira os resultados da terceira colheita foram inferiores às colheitas subsequentes para os tratamentos de 0%, 50% e 150% ECA (Tabela 2). Estes resultados mostram a interferência das lâminas de irrigação, onde apenas os tratamentos com 75% e 100% ECA conseguiram manter a produtividade de folhas e inflorescências para a terceira colheita.

TABELA 2 - Valores médios de LL (lâmina líquida de irrigação em mm); PMS (Produtividade de massa da matéria seca em kg ha⁻¹) para as três colheitas de manjeriço cultivado em Presidente Prudente, SP

Tratamento	Produtividade de massa da matéria seca (kg ha ⁻¹)		
	Primeira colheita	Segunda colheita	Terceira colheita
0%ECA	1.182,60 ^{Aa}	1.178,07 ^{Ab}	318,75 ^{Bb}
50%ECA	1.106,17 ^{Aa}	962,67 ^{Ab}	372,50 ^{Bb}
75%ECA	1.100,87 ^{Aa}	1.051,07 ^{Ab}	1.112,40 ^{Aa}
100%ECA	1.337,30 ^{Aa}	1.710,70 ^{Aa}	1.200,85 ^{Aa}
150%ECA	1.490,57 ^{Aa}	1.325,20 ^{Ab}	275,50 ^{Bb}
LL (100%ECA)	389,50 mm	334,00 mm	462,00 mm

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos para cada colheita e de letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas entre as colheitas (P<0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Para o teor de óleo essencial, de maneira geral as lâminas de irrigação não interferiram nos valores obtidos (Tabela 3). Apenas na segunda colheita o tratamento de 100%ECA apresentou um valor superior aos demais tratamentos. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Singh (2004) que estudando alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) sob diferentes regimes de irrigação observou que a fração de reposição de água não interferiu no teor de óleo essencial. Ou seja, a variação da disponibilidade hídrica causada pelos tratamentos não interferiu no metabolismo secundário da planta.

Observou-se um aumento do teor do óleo essencial para a terceira colheita, onde se coletou toda a planta, isto ocorreu porque o corte das inflorescências pode estimular o crescimento e as ramificações laterais da planta (SIMON, 2006) além de aumentar a concentração de óleo essencial nas folhas remanescentes (HERTWING, 1991). A prática da poda em plantas do gênero *Ocimum* é freqüente com a finalidade de exaltar a folhagem, incrementar o aroma das folhas e aumentar o número de colheitas (MATTOS, 1996).

TABELA 3 - Valores médios de Teor (Teor de óleo essencial em massa seca em %) para as três colheitas de manjeriço cultivado em Presidente Prudente, SP

Tratamento	Teor de óleo essencial em massa seca (%)		
	Primeira colheita	Segunda colheita	Terceira colheita
0%ECA	1,461 ^{Aa}	0,846 ^{Bb}	2,176 ^{Aa}
50%ECA	1,172 ^{Aa}	0,708 ^{Bb}	1,987 ^{Aa}
75%ECA	1,125 ^{Ba}	0,746 ^{Bb}	2,017 ^{Aa}
100%ECA	1,166 ^{Aa}	1,292 ^{Aa}	1,762 ^{Aa}
150%ECA	1,336 ^{Aa}	0,966 ^{Ab}	2,126 ^{Aa}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos e de letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas entre as colheitas ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Para o ciclo total do manjeriço (Tabela 4) a produtividade de massa da matéria seca (PMS) apresentou o maior valor para a lâmina de 100%ECA (1185mm equivalentes a 5,64 mm dia⁻¹) com acréscimo de 58,60% em relação ao tratamento sem irrigação (0%ECA). Dessa maneira, o rendimento total de óleo foi superior também para o tratamento de 100%ECA com um acréscimo de 70,38% quando comparado com o tratamento sem irrigação. Fato explicado por Corrêa

Junior et al. (1991), pois plantas irrigadas podem compensar o teor de princípios ativos com maior produção de biomassa, o que resulta em maior rendimento final de princípios ativos por área.

Não se observou efeito das lâminas de irrigação na parte radicular, ou seja, não se observou diferenças estatísticas para a massa seca de raiz e para o comprimento de raiz. Silva et al. (2002) obtiveram os mesmos resultados em *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) e Carvalho et al. (2003) em artemísia, onde a deficiência hídrica diminuiu o crescimento, a produção de biomassa fresca e seca das plantas e o teor de óleo essencial. Marcum e Hanson (2006) observaram quedas significativas na produção de óleo essencial de menta na Califórnia, quando as plantas foram submetidas a lâminas de irrigação inferiores a evapotranspiração.

TABELA 4 - Valores de PTMS (Produtividade de massa da matéria seca em kg ha⁻¹); RT (Rendimento total de óleo essencial em kg ha⁻¹); MSR (Massa seca de raiz em g) e CR (Comprimento da raiz em cm) do manjeriço cultivado em Presidente Prudente, SP

Tratamento	PTMS	RT	MSR	CR
0%ECA	2.678,90 ^b	34,193 ^b	44,748 ^a	26,917 ^a
50%ECA	2.440,96 ^b	26,681 ^b	45,736 ^a	28,417 ^a
75%ECA	3.264,33 ^b	42,274 ^b	54,600 ^a	30,583 ^a
100%ECA	4.248,67 ^a	58,259 ^a	55,000 ^a	33,500 ^a
150%ECA	3.091,30 ^b	37,426 ^b	55,251 ^a	34,334 ^a

Médias seguidas de letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott, respectivamente para cada característica analisada.

Assim, a resposta da planta à deficiência hídrica foi verificada no desenvolvimento da parte aérea e na diminuição da produção de óleo essencial. Isto ocorreu como explicado por Pandey et al. (1984), que salienta que a matéria seca é o resultado de uma resposta integrada da cultura ao estresse, desde a emergência até a maturidade fisiológica, dessa maneira retrata o efeito da deficiência acumulado em todo o ciclo da cultura. Assim, a deficiência hídrica interrompe o processo de crescimento, alterando o acúmulo de massa fresca e acelerando os processos catabólicos (KUDREV, 1994). Esses resultados concordam com Ming (1994) e Andrade e Casali (1999), pois a água é essencial à vida e ao metabolismo das plantas, portanto, seria esperado que em ambientes mais úmidos a produção de princípios ativos fosse maior.

Na análise econômica (Tabela 5) o custo de energia elétrica teve uma participação crescente no custo da irrigação sendo de 18,99%; 26,02%; 31,93% e 41,30% para as lâminas de 50%; 75%; 100% e 150%ECA respectivamente. A importante participação do custo de energia elétrica também foi observada por Marques et al. (2006) avaliando a irrigação da cana-de-açúcar. Dessa maneira os custos totais da irrigação também foram crescentes com o aumento da lâmina de irrigação, inviabilizando o uso de 150%ECA. Apesar de as receitas brutas das lâminas de 75%ECA e 100%ECA terem sido superiores à receita bruta sem irrigação, apenas a lâmina de 100% promoveu receita líquida estatisticamente igual ao tratamento sem irrigação, pois o incremento de produtividade não foi suficiente para pagar os custos da irrigação. Se analisarmos em termos percentuais a irrigação com 100% ECA apresenta uma receita líquida 17,70% superior à sem irrigação.

TABELA 5 - Valores finais de LL (lâmina líquida de irrigação - mm); CE (custo da energia elétrica - R\$ ha⁻¹ ano⁻¹); CP (custo de produção do manjeriço sem considerar os custos da irrigação - R\$ kg⁻¹); CI (custo anual da irrigação - R\$ ha⁻¹ ano⁻¹); RB (receita bruta anual - R\$ ha⁻¹ ano⁻¹) e RL (receita líquida anual - R\$ ha⁻¹ ano⁻¹) para produção de óleo essencial de manjeriço cultivado em Presidente Prudente, SP

Tratamento	LL	CE	CI	CP	RB	RL
0%ECA	0,00	0,000	0,000	1600,00	3761,19 ^b	2161,19 ^a
50%ECA	592,50	242,688	1277,61	1522,78	3757,60 ^b	957,21 ^b
75%ECA	888,75	364,032	1398,95	1846,87	4645,05 ^b	1399,23 ^b
100%ECA	1185,00	485,376	1520,30	2341,16	6405,28 ^a	2543,82 ^a
150%ECA	1777,50	728,064	1762,99	1908,70	4120,75 ^b	449,06 ^c

Médias seguidas de letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos (P<0,05) pelo teste de Scott-Knott, respectivamente para cada característica analisada.

5 CONCLUSÕES

Considerando todo o ciclo, as lâminas de irrigação promoveram maior efeito nos resultados da terceira colheita devido à mortalidade causado pela deficiência hídrica.

A terceira colheita do manjeriço para Presidente Prudente só é viável utilizando irrigação e mantendo a lâmina entre 75% e 100% ECA.

Apesar do solo arenoso com pouca capacidade de armazenamento de água no solo, a irrigação excessiva diária prejudicou o desenvolvimento da planta, implicando em menores produtividades. Além de aumentar os gastos com a irrigação.

A lâmina de 100%ECA é recomendada como manejo adequado para produção de massa fresca e seca do manjeriço.

Para a extração de óleo essencial, a lâmina de irrigação não promoveu diferenças estatísticas.

Em termos econômicos, para a extração de óleo essencial, o acréscimo de renda de 17,70% com o uso da irrigação justifica-se como técnica viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, M. D., MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, v. 15, n. 6, p. 361-70, 1995.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVES JÚNIOR, J. et al. Produção de matéria verde em pupunheira irrigada. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 349-356, 2005.

ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 1999. 139p.

ANEEL **Agência nacional de energia elétrica**. [S.l.: s.n.], 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2008.

ARMSTRONG, W. et al. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 43, p. 307-358, 1994.

BACH, E.E. et al. Esterase envolvida na indução de resistência em plantas de cevada usando como indutores extratos de gengibre e manjeriço. . IN: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 18., 2005. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Arquivos do Instituto Biológico, 2005. v. 72., p. 73-73.

BLANCO, F.F. et al. Viabilidade econômica da irrigação da manga para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, p. 153-159, 2004.

BLANK, A.F. et al. Morphologic and agronomic characterization of basil accessions. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 113-116, 2004.

BRANDLE, R.; CRAWFORD, R. M. M. Plants as amphibians. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 2/1, p. 56-78, 1999.

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.

CHATTERJEE, S. K. et al. Water stress effect on growth and yield of *Cymbopogon* sp. and its alleviation by n-triacontanol. **Acta Horticulturae**, n. 390, p. 19-24, 1995.

CORRÊA JÚNIOR, C. et al. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: EMATER-PR., 1991. 151 p.

COSTA FILHO, L.O. et al. Influência hídrica e térmica no crescimento e desenvolvimento de *Ocimum gratissimum* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 8-13, 2006.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO. Irrigation and Drainage, 1984. 144p. (Paper, 24).

EMBRAPA, CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. SPI-EMBRAPA, 1999. 412 p.

ERENO, D. Perfume de manjeriço. **Revista Fapesp**, São Paulo, n. 120, 2006.

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.

FRIZZONE, J. A. **Análise de decisão de investimento em irrigação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 394p.

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.

HERTWING, I. F. V. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem e comercialização**. Sao Paulo: Ícone, 1991. 414 p.

HOPKINS, W. G. *Introduction to plant physiology*. John Wiley and Sons: New York, USA, 1995. 464 p.

IBAMA **Lista oficial de flora ameaçada de extinção**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2007.

JANAS, K. et al. Alterations in phenylpropanoid content in soybean roots during low temperature acclimation. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 38, n. 7/8, p. 587-93, 2000.

KOUKI, M.; MANETAS, Y. Resource availability affects differentially the levels of gallotannins and condensed tannins in *Cerotonia siliqua*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 30, n. 7, p. 631-9, 2002.

KUDREV, T. G. **Água: vida das plantas**. São Paulo: Ícone, 1994. 178 p.

LAVOLA, A. Accumulation of flavonoids and related compounds in birch induced by UV-B irradiance. **Tree Physiology**, v. 18, n. 1, p. 53-8, 1998.

LAVOLA, A. et al. Allocation of carbon to growth and secondary metabolites in birch seedlings under UV-B radiation and CO₂ exposure. **Physiologia Plantarum**, v. 109, n. 3, p. 260-7, 2000.

LIAO, C. T.; LIN, C. H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proc. Natl. Sci. Council**. v. 25, p. 148-157, 2001.

LINAX. **Óleos essenciais naturais**. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.linax.com.br>> Acesso em: 20 nov. 2007.

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.

MARCUM, D. B.; HANSON, B. R. Effect of irrigation and harvest timing on peppermint oil yield in Califórnia. **Agricultural water management**, v. 82, n. 1-2, p. 118-128, 2006.

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.

MARQUES, P. A. A. et al. Viabilidade econômica sob condições de risco para a irrigação da cana-de-açúcar na região de Piracicaba- SP. **Irriga**, Botucatu, v. 11, p. 55-65, 2006.

MARQUES, P. A. A.; COELHO, R. D. Estudo da viabilidade econômica da irrigação da pupunheira (*Bactris Gasipaes* H.B.K.) para Ilha Solteira - SP, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 291-297, 2003.

MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A. Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 27, p. 725-733, 2005.

MATTOS J. K. A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos**. Brasília: UnB, 1996. 51 p.

MELO, A. S. de. et al. Vegetative development, fruits yield and optimization of pineapple cv. Pérola with different levels of irrigation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, .p. 93-98, 2006.

MING, L. C. Estudo e pesquisa de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 3-9, maio 1994.

MUNNU S.; 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.

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

PANDEY, R. K. et al. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. II. Plant water status and canopy temperature. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 4, p. 553-557, 1984.

PEREIRA. A. R. et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

_____. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PIZARD, A. et al. Essential oil content and composition of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. **Journal of Agronomy**, Berlin, v. 5, n. 3, p. 451-455, 2006.

RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, APTA e IAC, 2001, 284 p.

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

SANTANA, M. S. et al. Initial growth of two high-density coffee tree cultivars influenced by drip irrigation levels. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 644-653, 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.

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.

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, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, 2002.

SIMON, J. E. **New Crop Resource Online Program**. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/basil.html>>. Acesso em: 20 out. 2006.

SINGH, M. Effects of plant spacing, fertilizer, modified urea material and irrigation regime on herbage, oil yield and oil quality of rosemary in semi-arid tropical conditions. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Trustees, v. 79, n. 3, p. 411-415, 2004.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2.ed. Sunderland/MA: Sinauer Associates, Inc., 2002. 792 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.

UMERIE, S. C. et al. Inseticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf extracts. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 64, n. 3, p. 237-239, 1998.

VOLPE, C. A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. **Manejo da irrigação em hortaliças: método do Tanque Classe A**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 19 p.