

PRODUTIVIDADE DE INFLORESCÊNCIAS DE CALÊNDULA SOB IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NA REGIÃO DO OESTE PAULISTA

Patricia Angélica Alves Marques¹; Daniela Perez Guerrero Bortolo²; Ana Claudia Pacheco Santos³

¹Departamento de Engenharia de Biossistemas / INCT - Engenharia da Irrigação, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11 CP 9, 13418-900, Piracicaba, SP, paamarques@usp.br

²ETEC Eudécio Luiz Vicente, Adamantina / ETEC Amim Jundi, Osvaldo Cruz – Centro Paula Souza, Alameda dos Expedicionários, 648, Centro, 17800-000, Adamantina, SP, danipgbortolo@hotmail.com

³Faculdade de Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, Rod. Raposo Tavares, km 572, Centro, 19067-175, Presidente Prudente, SP, anaclau@unoeste.br

1 RESUMO

A calêndula tem suas inflorescências utilizadas como ornamental e na indústria e é empregada na fabricação de xampus, cremes e corante natural. Neste ensaio avaliou-se o efeito de lâminas suplementares de irrigação baseadas na evaporação do Tanque Classe A (ECA) sobre a produtividade de inflorescências em plantas de calêndula cultivadas em condições de campo. O experimento foi instalado em um delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de quatro tratamentos de lâminas de irrigação com cinco repetições. As lâminas de 0, 50, 100 e 150% da ECA foram aplicadas diariamente desde o transplântio das mudas até o final do ciclo da cultura (aos 120 dias após o transplântio - DAT). Foram avaliadas a massa fresca e seca de inflorescências (gramas planta⁻¹), comprimento de raiz e massa seca de raízes. O comprimento de raiz não apresentou diferenças significativas entre as lâminas testadas, mas a massa seca de raízes foi maior para o tratamento sem irrigação. As maiores produtividades de massa fresca e seca de inflorescências foram obtidas no tratamento sem irrigação. As lâminas de 50% da ECA e 100% da ECA não apresentaram diferenças estatísticas entre si e o excesso hídrico (150% da ECA) proporcionou os menores valores para todas as variáveis analisadas. A ocorrência de deficiência hídrica acumulada para o tratamento sem irrigação até época próxima do florescimento possivelmente sinalizou um risco de morte para as plantas. Com a ocorrência da precipitação intensa no período de pré-florescimento, a planta respondeu fisiologicamente com um florescimento abundante. Assim, para as características estudadas, o manejo com déficit hídrico seguido de irrigação suplementar no pré-florescimento induziu ao máximo florescimento. O excesso hídrico levou a quedas de produtividade.

UNITERMOS: *Calendula officinalis* L., manejo da irrigação, Tanque Classe A.

**MARQUES, P.A.A.; BORTOLO, D.P.G.; SANTOS, A.C.P.
MARIGOLD FLOWERS PRODUCTIVITY UNDER SUPPLEMENTARY
IRRIGATION IN WESTERN SÃO PAULO, BRAZIL**

2 ABSTRACT

The marigold flowers are used as ornament and in the industry is used to manufacture shampoos, creams, and natural coloring. This paper evaluated the effect of supplementary

irrigation depths based on Class A Pan evaporation (ECA) on the productivity of marigold flowers growing in field conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design, consisting of four irrigation depth treatments with 5 replications. The irrigation depths of 0, 50, 100 and 150% ECA were applied daily from the transplanting of seedlings by the end of the cycle (at 120 days after transplanting - DAT). Fresh and dry mass of inflorescences (g plant^{-1}), root length and dry weight of roots were evaluated. The root length showed no significant differences between the depths tested, but the root dry mass was greater without irrigation. The highest yield of fresh and dry mass of inflorescences was obtained in the treatment without irrigation. The irrigation depths of 50 and 100% ECA showed no statistical differences between themselves and excess hydric (150% ECA) showed the lowest values for all variables. The water deficit accumulated to the treatment without irrigation until near flowering season signaled a possible risk of plants death. With the occurrence of intense precipitation in the pre-flowering, the plant physiologically responded with an abundant flowering. Thus, for the studied conditions, the irrigation management with deficit followed with supplemental irrigation at the pre-flowering induced a maximum flowering. The excess hydric has led to falling productivity.

KEYWORDS: *Calendula officinalis* L, irrigation management, Class A pan evaporimeter

3 INTRODUÇÃO

A planta *Calendula officinalis* L. da família Asteraceae, conhecida como mal-mequer ou maravilha dos jardins é uma herbácea anual com cerca de 50 cm de altura com folhas grossas, verdes, inteiras e pilosas. Trata-se de uma espécie originária do Mediterrâneo, região caracterizada por verões quentes e secos e invernos frios e pouco chuvosos (Martins et al., 2000). Pode ser cultivada durante o ano todo, porém desenvolve-se melhor e é mais produtiva quando cultivada no inverno, sendo inclusive resistente à geadas leves (Montanari Junior, 2000).

Além da sua utilização como planta ornamental, a calêndula tem uso culinário e terapêutico tradicionais. Suas inflorescências (capítulos florais) são a parte da planta mais usada com fins terapêuticos, com ação cicatrizante, antiinflamatória e antisséptica (Martins et al., 2000; Bruneton, 2001; Hamburguer et al., 2003). Na indústria cosmética, a calêndula é utilizada para a composição de xampus, cremes e sabonetes e na indústria alimentícia como corante natural (Montanari Junior, 2000).

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 espécies (Marchese e Figueira, 2005). O potencial fitoterápico da calêndula está comprovado cientificamente. Entretanto, questões básicas sobre o manejo desta cultura, como épocas de semeadura, disponibilidades de radiação solar, temperatura do ar e precipitação pluviométrica ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta e que, os quais, por sua vez, afetam de forma distinta seu crescimento e desenvolvimento carecem de estudos. Dessa forma, é importante que, juntamente aos estudos de produtividade, de compostos com propriedades medicinal e cosmética e de conteúdo de óleo essencial, sejam determinadas suas exigências bioclimáticas (Koefender et al., 2008).

Entre as condições ambientais desfavoráveis às plantas, a deficiência hídrica destaca-se como fator adverso ao crescimento e à produção vegetal, sendo o fator climático que exerce influência direta sobre o desenvolvimento da planta e a produção de princípios ativos

(Chartzoulakis e Drosos, 1997). A seca é considerada um estresse ambiental que, segundo Larcher (2004), é um estado em que a demanda de energia pela planta para sua manutenção (sobrevivência) é maior que a produção, o que leva a uma desestabilização inicial das funções da planta, seguida por uma normalização e indução dos processos fisiológicos de adaptação.

Os efeitos da seca são bastante variáveis em função de sua intensidade (duração), da velocidade de imposição do estresse e do estágio de desenvolvimento da planta em que a seca ocorre. Os estágios de desenvolvimento em que as culturas são, em geral, mais sensíveis ao déficit hídrico são a emergência, a floração e a fase inicial de frutificação, ocorrendo menor sensibilidade na fase vegetativa ou de maturação do órgão colhido (Pimentel, 2004). Assim, a produtividade das plantas, limitada pela água, depende da quantidade disponível deste recurso e da eficiência de seu uso pelo vegetal, pois em condições de estresse hídrico, vários processos fisiológicos são alterados, tais como: fotossíntese, abertura estomática, produção de ácido abscísico, abscisão foliar e ajuste osmótico (Taiz e Zeiger, 2004). Além disso, algumas espécies são capazes de realizar o ajustamento osmótico, resultando na manutenção da turgescência celular a baixos potenciais hídricos durante a condição de seca. Este mecanismo de tolerância permite, em alguns casos, produção rentável (Kumar e Sing, 1998).

Singh (2004), estudando alecrim (*Rosmarinus officinalis*), obteve com 50% de evaporação do tanque classe A o maior crescimento e produção de óleo, porém não houve diferenças nem no teor nem na qualidade do óleo. De acordo com Farias (2006) a resposta das plantas à tensão de água no solo tem sido estudada como forma de controle da irrigação, já que irrigações deficitárias podem refletir diretamente na redução da produtividade, enquanto irrigações excessivas podem prejudicar a qualidade das flores.

Ahmed e El-Hassen (2001) relataram os efeitos de intervalos de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo e o conteúdo de alcalóides em dois cultivares de vinca (*Catharanthus roseus*). Para ambos os cultivares, a altura da planta foi significativamente reduzida com o aumento do intervalo de irrigação. Por outro lado, o número de ramos foi constantemente maior com o aumento do intervalo de irrigação, assim como o peso seco de raízes, a produção de folhas e raízes e o conteúdo de alcalóides.

Em práticas agrícolas de campo, a deficiência hídrica pode ser compensada com irrigação, porém por ser uma prática cara 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). Este processo, conhecido como anoxia ou hipoxia, sofrido pelo sistema radicular, altera o metabolismo celular, provocando queda imediata na respiração das raízes, tanto em plantas tolerantes como nas intolerantes ao excesso de água (Liao e Lin, 2001). De acordo com Gutiérrez (2006), este estresse ambiental promove a formação de etileno devido à privação de O₂, levando a sintomas morfológicos e fisiológicos de situação de estresse. Pardos (2004) completa que os danos nos tecidos submetidos temporariamente ao encharcamento levam a disfunções enzimáticas e fechamento estomático.

O objetivo deste ensaio foi avaliar a produtividade em campo de inflorescências de calêndula com lâminas de irrigação suplementares na região do Oeste Paulista, como uma forma de buscar o manejo racional de água para uma cultura rentável voltada para a produção agrícola familiar, condição bastante comum nesta região.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em área experimental da Faculdade Agronomia da UNOESTE, no período de maio a setembro de 2008, em Presidente Prudente– SP, latitude 22°07'04"S, longitude 51°22'05"W e 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). Na Tabela 1 é apresentada a análise físico-química do solo realizada conforme Raij et al. (2001). O solo do experimento não recebeu adubação nem calagem por tratar-se de área comumente utilizada para plantio de olerícolas com saturação por bases próxima a 70% e teores de nutrientes adequados (Raij et al., 1996).

Tabela 1. Análise físico-química do solo

P	SO ⁻² ₄	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	Mn	Fe	Cu	Zn	B
---mg dm ⁻³ ---			-----mmol _c dm ⁻³ -----				-----mg dm ⁻³ -----				
36	8	1,8	19	14	0	19	16,1	23,2	1,3	0,6	0,13
pH	M.O.	SB	CTC	M	V	Areia	Silte	Argila	Classe		
CaCl ₂	g dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³		%		g kg ⁻¹			Textural		
6,3	7	35	51	0	69	795,7	64,3	140	Arenosa		

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

As mudas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), variedade Dobrada Sortida, foram obtidas por sementes comerciais (ISLA Sementes). A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno de 200 células, com duas sementes por célula. Aos 20 DAS (dias após semeadura) as mudas atingiram uma altura de 8 cm e realizou-se o desbaste deixando-se uma planta por célula. As plantas permaneceram nas bandejas por mais cinco dias, sendo depois transportadas para copos de 300 mL contendo substrato onde permaneceram mais 15 dias em viveiro recebendo irrigação manual três vezes ao dia.

O solo da área foi preparado por gradagem, e em seguida, os canteiros foram erguidos manualmente, resultando em 20 parcelas de 2,25 m², que foram separadas por uma barreira física de placas de chapa de madeira, com dimensão de 0,5 x 1,0 m, a fim de impedir a troca de umidade entre as parcelas. Na preparação dos canteiros foram aplicados 150 kg de húmus de minhoca, distribuindo-se 3 kg m⁻². O transplantio foi realizado em covas de 20 cm de profundidade com espaçamento de 0,30 x 0,50m aos 40 DAS. 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 quatro tratamentos de lâminas de irrigação baseadas na evaporação do tanque classe A (ECA), onde se mede 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. Os tratamentos foram: T1 – sem irrigação (0%ECA), T2 – 50% ECA, T3 – 100% ECA e T4 –150% ECA (excesso hídrico) com cinco repetições (parcelas constando de 15 plantas).

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, através da seguinte equação:

$$hi = ECA \cdot kp \cdot kc \cdot S \quad (01)$$

sendo: hi a lâmina de irrigação (L); ECA a evaporação do Tanque Classe A (mm); Kp o coeficiente do Tanque Classe A; Kc a coeficiente da cultura (Allen et al., 1998) e S a área do canteiro (2,25 m²).

Utilizou-se um irrigador manual com calibrações a cada 500 mL. A água foi aplicada diariamente no período da manhã, de maneira uniforme para o controle da lâmina de irrigação por canteiro.

Para o acompanhamento do armazenamento de água no solo utilizou-se o balanço hídrico diário 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, descrito em Pereira et al. (2002).

A colheita da linha central de cada parcela (5 plantas) foi iniciada após 60 dias do transplântio (DAT) com o surgimento das primeiras flores, sendo realizada duas vezes por semana até a senescência das plantas. Em cada colheita as flores foram cortadas frescas e pesadas em balança digital para determinação da massa fresca de flores (MFFi) 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 para a determinação da massa seca de flores (MSFi).

No período estudado, no qual as plantas permaneceram em campo (maio a setembro de 2008), houve uma precipitação efetiva total de 296 mm, dos quais 200 mm ocorreram no mês de julho, no período de 50 até 56 DAT. Ao final do ciclo houve a ocorrência dos demais 9 mm. No restante do período não se observou precipitação efetiva. A lâmina total de água aplicada, considerando a precipitação efetiva mais a irrigação para cada tratamento foi de 296 mm; 355 mm; 415 mm e 474 mm para 0%ECA; 50% ECA; 100% ECA e 150% ECA respectivamente.

Ao final do período de colheita (120 DAT), os valores de todas as colheitas foram somados obtendo-se a MFF (massa fresca total de inflorescências) e a MSF (massa seca total de inflorescências) em gramas por planta. Para a obtenção da produtividade considerou-se um estande de 66.666 plantas por hectare. Após a última colheita as plantas foram coletadas inteiras e separadas em parte aérea e sistema radicular. As raízes foram medidas com régua graduada em centímetros obtendo-se o assim comprimento da raiz (CR). Em seguida as raízes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft 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). Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de Scott-Knott no software Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Figura 1, que a precipitação ocorrida durante o ensaio se concentrou no período de pré-florescimento (período de 50 à 56 DAT). Nota-se um aumento da deficiência hídrica até o mês de julho (50 DAT). Após este período de precipitação o solo sofreu novamente uma deficiência hídrica acumulada até o final do ciclo da cultura. Esta precipitação teve influência na resposta da planta à deficiência hídrica pois como explicado

por Montanari Júnior (2000) a calêndula começa a florir aos 60 DAT e atinge o pico de produção aos 120 DAT e que o período de colheita pode durar até 60 dias aproximadamente.

As respostas da planta à escassez de água são complexas, envolvendo mudanças adaptativas e/ou efeitos deletérios. Sob condições de campo, estas respostas podem ser sinérgica ou antagonicamente modificadas pela imposição de outros estresses. As estratégias da planta para lidar com a seca normalmente envolvem uma mistura de mecanismos de tolerância e evitância, os quais variam com o genótipo. Entretanto, é a resposta integrada, isto é, ao nível da planta como um todo, a qual finalmente vai ditar a sobrevivência em um ambiente estressante. Essa resposta integrada inclui a assimilação de carbono e alocação de fotoassimilados para as diferentes partes da planta e também a habilidade reprodutiva da planta (Chaves et al., 2002; Larcher, 2004).

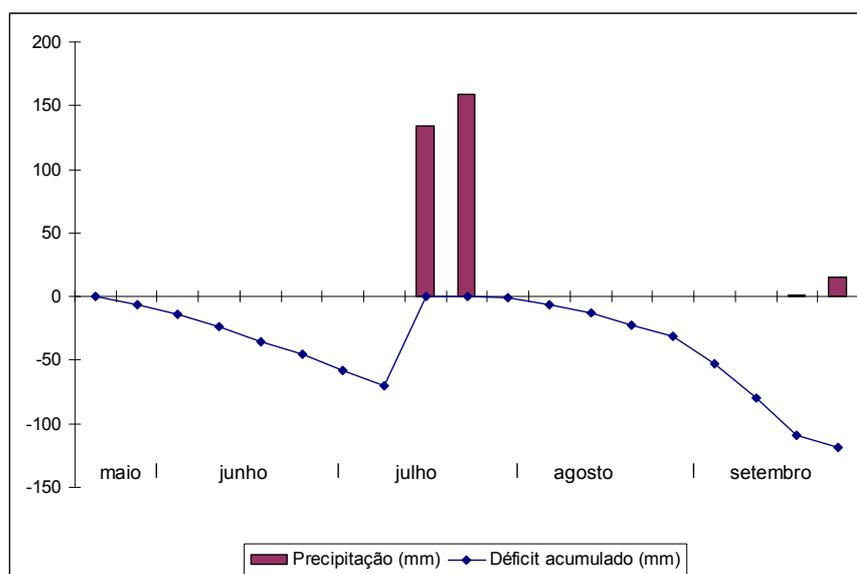


Figura 1. Precipitação ocorrida no período experimental e evapotranspiração acumulada para o tratamento sem irrigação. Presidente Prudente-SP, 2008.

Observa-se que as lâminas suplementares de irrigação não proporcionaram efeito no comprimento da raiz (CR) (Tabela 2). Porém, a massa seca de raiz (MSR) apresentou maiores valores para o tratamento sem irrigação (Tabela 2). Este resultado era esperado, pois plantas herbáceas anuais tendem a apresentar uma promoção do crescimento radicular sob condições de déficit hídrico, enquanto que o crescimento da parte aérea mostra-se mais sensível. No tratamento com 50% ECA (59,5 mm) houve uma deficiência hídrica leve, com reposição de parte da água perdida durante todo o ciclo, sendo possível à planta utilizar a água do solo. Nos tratamentos com 100% ECA (119,0 mm) e 150% ECA (178,5 mm) houve reposição total e excesso de água no solo, respectivamente, não implicando em promoção do crescimento radicular para busca de água no solo.

De acordo com Larcher (2004), quando a turgescência da planta começa a diminuir são iniciadas medidas osmorregulatórias. A combinação de síntese de compostos orgânicos nitrogenados e a conversão de amido para carboidratos solúveis ocasionam a acumulação de substâncias orgânicas de baixo peso molecular nos compartimentos celulares e no citosol, promovendo o influxo. Essas medidas ajudam na manutenção do volume celular e, assim, retardam a perda de turgescência no mesófilo e nas células guarda, o que significa a

manutenção por um tempo maior da abertura estomática e da assimilação, assim como a permanência do crescimento da raiz e conseqüente manutenção da absorção de água.

Tabela 2. Parâmetros avaliados para estudo da produtividade de calêndula: CR (comprimento de raiz em cm); MSR (Massa seca de raiz em g); PMF (produtividade total de massa fresca de inflorescência em kg ha⁻¹); PMS – produtividade total de massa seca de inflorescência em kg ha⁻¹), para as diferentes lâminas suplementares de irrigação no período de maio a setembro do ano de 2008. Presidente Prudente-SP.

Tratamento % ECA	Irrigação (mm)	Lâmina total aplicada (mm)	CR (cm)	MSR (g)	PMF (kg ha ⁻¹)	PMS (kg ha ⁻¹)
1 – 0%	0	296	18,5a	4,7a	3630,2a	1026,7a
2 – 50%	59	355	18,4a	4,2b	2275,8b	412,3b
3 – 100%	119	415	18,7a	4,1b	2380,4b	435,5b
4 – 150%	178	474	19,0 ^a	3,9b	1935,6c	301,2c

Médias seguidas de letras iguais na coluna não apresentam diferenças estatísticas significativas pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de florescimento (Tabela 2) foram encontrados no tratamento sem irrigação tanto para massa fresca como para massa seca (3630,2 kg ha⁻¹ de inflorescências frescas e 1026,7 kg ha⁻¹ de inflorescências secas). Esta produtividade está de acordo com os valores esperados de 720 kg ha⁻¹ de inflorescências secas, podendo chegar a 2000 kg ha⁻¹ segundo Montanari Júnior (2000). Larcher (2004) acrescenta que distúrbios na região da raiz, como a deficiência hídrica, acarretam ajustes na distribuição de assimilados e na floração (“floração de emergência”), dentre outros.

Os demais tratamentos apresentaram umidades crescentes no solo, assim a planta respondeu com florescimento no período esperado, porém sem a necessidade de rápida e abundante produção de flores para garantir a reprodução da espécie. Os menores valores foram encontrados para o tratamento com estresse por excesso hídrico (150%ECA) onde se observou uma produtividade de 1935,6 kg ha⁻¹ de inflorescências frescas e 301,2 kg ha⁻¹ de inflorescências secas.

Segundo Chaves et al. (2002), plantas herbáceas originárias de clima mediterrâneo, como a calêndula, estão preparadas para responder a mudanças climáticas bem definidas e apresentam relativa tolerância à desidratação de seus tecidos, levando a uma considerável resistência do aparato fotossintético à condição de seca, especialmente nas folhas mais jovens. A sobrevivência neste tipo de clima depende, entre outros fatores, da habilidade destas plantas em fazer um bom uso da água que é escassa durante o verão, quando o déficit hídrico é imposto sob alta radiação solar e alta temperatura.

Andrade e Casali (1999) explicaram que na natureza observa-se que em períodos mais secos, algumas espécies produzem maior quantidade de frutos para poder garantir sua perpetuação, mesmo em condições adversas. Meneses et al. (2006) definem essa resposta como um dos mecanismos de resistência à deficiência hídrica conhecido como fuga da seca, a qual é definida como sendo a habilidade de uma planta de terminar seu ciclo de vida antes do estabelecimento de déficits hídricos críticos no solo. Este mecanismo envolve o desenvolvimento fenológico rápido (como florescimento e maturação precoces) e a plasticidade no desenvolvimento (variação na duração do período de crescimento dependendo da extensão do déficit hídrico). Assim, no decorrer do ciclo, as plantas do tratamento sem irrigação (0% ECA) estiveram sob deficiência hídrica total, o que sinalizou para as mesmas uma possível morte por falta de água e conseqüente não propagação da espécie. Com a

ocorrência de precipitação constante dos 50 aos 56 DAT, período este considerado crítico por tratar-se do pré-florescimento, a planta respondeu imediatamente com uma produção de flores abundante buscando a sua preservação. Resultados semelhantes foram obtidos por El-Din (2003) em anis (*Pimpinella anisum*), onde o déficit hídrico proporcionou a maior produção de frutos.

Observa-se ainda que o excesso de água aplicado diariamente (150% ECA) prejudicou o desenvolvimento da cultura em relação à produtividade de inflorescências, análogo aos resultados obtidos por Pizard et al. (2006) para camomila e Silva et al. (2002) para *Melaleuca alternifolia*. Isto provavelmente ocorreu devido a esse excesso diário de água no solo ter causado redução imediata na troca de gases entre a planta e o ambiente podendo reduzir o suprimento de oxigênio ao sistema radicular, o que em troca limitou a respiração, a absorção de nutrientes e outras funções das raízes (Armstrong et al., 1994; Pardos, 2004).

6 CONCLUSÕES

Nas condições que o presente estudo foi conduzido pode-se concluir que:

A produtividade de inflorescências frescas e secas da calêndula foi influenciada pelas lâminas suplementares de irrigação.

As maiores produtividades e inflorescências foram obtidas no tratamento sem irrigação.

O excesso hídrico prejudica a produtividade de inflorescências da calêndula.

O manejo com déficit hídrico seguido de irrigação suplementar no pré florescimento induziu ao máximo florescimento.

7 REFERÊNCIAS

AHMED, A. A. M.; EL-HASSEN, G. M. Effect of water regime and cultivar on herbage yield and alkaloid content of *Catharanthus roseus*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, v.23, n.3, p. 350-356, 2001.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Roma: FAO, 1998. 301 p. (irrigation and drainage Paper, 56).

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

ARMSTRONG, W.; BLANDLE, R.; JACK, M. B. Mechanisms of flood tolerance in plants. *Acta Botanica Neerlandica*. v.43, p.307-358, 1994.

BRUNETON, J. *Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants*. 2.ed. New York: Intercept, 2001. 1133 p.

CHARTZOULAKIS, K.; DROSOS, N. Water requirements of greenhouse grown pepper under drip irrigation. *Acta Horticulturae*, v.1, n.449, p.175-180, 1997.

CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, v.89, n.7, p.907-916, 2002.

EL-DIN, A. A. E. Growth, yield and essential oil of anise in relation to water supply. *Annals of Agricultural Science*, v.48, n.2, p.777-785, 2003.

EMBRAPA, *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI), 1999. 412 p.

FARIAS, M. F. *Manejo da irrigação na cultura do crisântemo (Dendranthema grandiflorum ramat kitamura) de corte cultivado em ambiente protegido*. 2006. 93 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Botucatu.

GUTIÉRREZ, G. C. Muerta celular programada como respuesta al estrés ambiental. *Revista Chapingó*, v. 12, n. 2, p. 93-99, 2006.

HAMBURGUER, M.; ADLER, S.; BAUMANN, D.; FORG, A.; WEINREICH, B. Preparative purification of the major anti-inflammatory triterpenoid ester from Marigold (*Calendula officinalis*). *Fitoterapia*, v. 74, p. 328-338, 2003.

KOEFENDER, J.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; TRENTIN, R. Estimativa do filocrono em calêndula. *Ciência Rural*, v.38, n.5. p.1246-1250 .

KUMAR, A.; SINGH, D. P. Use of physiological indices as a screening technique for drought to tolerance in oilseed *Brassica* species. *Annals of Botany*, v. 81, p. 413-420, 1998.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RiMa, 2004. 531 p.

LIAO, C. T.; LIN, C. H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. *Proceedings of the National Science Council*, v.25, p.148-157, 2001.

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 Medicinais*, v.7, n.3, p. 86-96, 2005.

MARTINS, E. R. et al. *Plantas medicinais*. Viçosa: UFV, 2000. 219 p.

MENESES, C. H. S. G. LIMA, L. H. G. de M.; LIMA, M. M. de A.; VIDAL, M. S. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v.10, n.1/2, p.1039-1072, 2006.

MONTANARI JUNIOR, I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. *Revista Agroecológica*, v.1, n.2, p.24-25, 2000.

PARDOS, J. A. Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo. *Sistemas y Recursos Forestales*, p.101-107, 2004.

- PEREIRA A. R. et al. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- PIMENTEL, C. *A relação da planta com a água*. Rio de Janeiro: Edur, 2004. 191 p.
- 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. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto agrônomo, 2001. 285 p.
- SILVA, S. R. S; DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A.; PINHEIRO, A. L. 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.
- 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*, v.79, n.3, p.411-415, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Art med, 2004. 719 p.