



DOSSIÊ TÉCNICO

CONTROLE DA IRRIGAÇÃO EM FLORICULTURA

Carlos Alberto de Mello Severino

Rede de Tecnologia da Bahia - RETEC/BA

novembro
de 2007



DOSSIÊ TÉCNICO



Sumário

1	INTRODUÇÃO	2
2	QUALIDADE DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO	4
2.1	Salinidade	4
2.2	Toxidade	4
2.3	Sedimentos	4
2.4	Coliformes fecais	4
3	CONTROLE DE DOENÇAS	5
4	TECNOLOGIA DISPONÍVEL	5
5	MÉTODOS DE MEDIÇÃO	6
5.1	Sensores tensiométricos	6
5.1.1	Quantidade de sensores	7
5.1.2	Local de instalação dos sensores	7
5.1.3	Profundidade de instalação dos sensores	7
5.1.4	Leitura dos sensores	8
6	QUANDO IRRIGAR	8
7	QUANTO IRRIGAR	8
8	CÁPSULA SECA	10
9	TABELAS DE REFERÊNCIA	12
10	SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	14
10.1	Gotejamento e microaspersão	15
10.2	Descrição de um sistema de irrigação localizada	16
10.2.1	Emissores	16
10.2.2	Tubulações	16
10.2.3	Cabeçal de controle	16
10.2.4	Os filtros	17
10.2.5	Disposição do sistema no campo	17
10.2.6	Subunidade de irrigação	17
10.2.7	Unidade de irrigação	18
10.2.8	Unidade operacional de irrigação	18
	Conclusões e Recomendações	18
	Referências	18
	Anexo 1 – Comparativo de desenvolvimento de plantas com tensiômetro de bulbo úmido e cápsula-seca – irrigas	20

	<h1>DOSSIÊ TÉCNICO</h1>	
--	-------------------------	--

Título

Controle da irrigação em floricultura

Assunto

Floricultura

Resumo

Com a crescente demanda de consumo por flores e plantas ornamentais de alta qualidade e a disseminação das técnicas de cultivo no meio do agronegócio, aliado a escassez de recursos hídricos, torna-se imprescindível o conhecimento do manejo adequado da água de irrigação. As questões "quando", "como" e "quanto" irrigar devem ser prontamente respondidas pelo empreendedor rural de forma rápida e objetiva, baseado em métodos simples e equipamentos, como bulbos de cerâmica ou sensores eletrônicos de baixo custo que auxiliam no diagnóstico de avaliação da umidade do solo.

Palavras chave

Flor; floricultura; irrigação

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO

O setor da floricultura no Brasil vem apresentando rápido crescimento tornando-se uma alternativa viável de investimento em atividade agrícola, pois demanda pouca área e o ciclo de produção, geralmente é curto (três meses), o que permite giro rápido de capital (SILVEIRA; MINAMI, 1997).

Segundo o IBRAFLOR (2004), quase metade do total das exportações, cerca de 8,5 milhões de dólares de janeiro a setembro de 2004, são de mudas de flores de corte e vasos, e outras plantas ornamentais.

A irrigação é prática fundamental para o cultivo de flores e plantas ornamentais em ambiente protegido, porém seu manejo adequado tem sido negligenciado pelos produtores, resultando em prejuízos no crescimento vegetal e conseqüentes decréscimos na produtividade e na qualidade do produto final.

A resposta das plantas à tensão de água no solo tem sido estudada como forma de controle da irrigação, já que irrigações deficitárias refletem diretamente na redução da produtividade, enquanto irrigações excessivas prejudicam a qualidade das flores.

KIEHL *et al.* (1992) usaram tensiômetros para o monitoramento da irrigação e encontraram níveis de tensões ótimos na faixa de -1 a -5 kPa para a maioria das plantas envasadas em

ambiente protegido, como por exemplo, o crisântemo. Esses autores demonstraram que quantidades excessivas de água são usadas na produção comercial, e que uma mesma qualidade comercial pode ser obtida utilizando-se menor lâmina de água total no ciclo. Vários índices fisiológicos são deduzidos e utilizados na tentativa de explicar e compreender as diferenças de comportamento das comunidades vegetais. Entre os mais utilizados, encontram-se o índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura, taxa de crescimento relativo e a taxa de assimilação líquida (PEREIRA; MACHADO, 1987). Como referência, o consumo de água pelo crisântemo envasado produzido em estufa pode ser estimado em função da área foliar e da evaporação do tanque reduzido (FURLAN, 1996).

Segundo NOGUEIRA *et al* (1994) análise de crescimento é uma técnica fundamental para quantificar os componentes de crescimento, representando primeiro suporte na avaliação da produção primária, e por isto, considerada um método prático para estudar a taxa fotossintética de produção, pois não necessita de equipamentos sofisticados. WREGG (1995), trabalhando com crisântemo em campo, encontrou uma demanda de água pela cultura de 296,42 mm para um tempo de cultivo de 90 dias, porém este resultado não pode ser diretamente utilizado para o crisântemo de vaso cultivado em ambiente protegido.

Para o manejo adequado da água de irrigação, é necessário o controle da umidade do solo e/ou da evapotranspiração durante todo o ciclo da cultura. Para tanto, é indispensável o conhecimento de parâmetros relacionados às plantas, ao solo e ao clima, para determinar o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada (SILVA & MAROUELLI, 1998).

Muitas pesquisas sobre a necessidade de água têm sido realizadas para as grandes culturas. Entretanto, para as culturas desenvolvidas sob ambiente protegido, a pesquisa está defasada em relação a outros países, principalmente no setor de floricultura (CASARINI, 2000).

O consumo de água pelo crisântemo e pelas plantas ornamentais é, no geral, pouco estudado, sendo a literatura a respeito praticamente inexistente. Desse modo, nota-se que há certa dificuldade por parte dos produtores em fazer o manejo racional da irrigação nessas culturas, principalmente naquelas conduzidas em ambiente protegido, visto que, por apresentarem condições ambientais próprias, impedem o uso direto dos métodos já consagrados para a determinação da evapotranspiração (FURLAN, 1996).

Diversos trabalhos de pesquisas realizados em outros países mostram que o consumo hídrico de espécies cultivadas em ambientes protegidos é 20 a 40% inferior em relação ao cultivo a céu aberto (MARTINS *et al.* 1999).

A cultura de flores e plantas ornamentais, desenvolvida em ambientes fechados, necessita de grande quantidade de água e fertilizantes. Para cada tamanho de vaso ou pote, são recomendadas quantidades diferentes de água, em função da evapotranspiração das plantas. Esse controle é essencial para o bom desenvolvimento das plantas e para evitar desperdícios.

Alguns autores descrevem uma forma simples de aplicação de água na cultura de acordo com o tamanho do vaso ou pote. Essas regas são feitas vaso a vaso e com frequência de três a quatro vezes ao dia, em média.

O correto manejo da irrigação, para obtenção de produtividade viável economicamente, seria aquele em que se aplica água no solo, no momento oportuno e em quantidades suficientes para suprir as necessidades hídricas da cultura, sem falta ou desperdício de energia.

Para que isso ocorra, há a necessidade do uso de métodos de campo que determinem, direta ou indiretamente, a disponibilidade de água no solo para uma determinada cultura (VILLA NOVA, 1991).

2 QUALIDADE DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO

A água utilizada para irrigação pode servir de veículo de disseminação de doenças em um campo de produção de flores e plantas ornamentais, em especial as de origem bacteriana. O escoamento superficial da água de chuva ou irrigação em uma campo infectado por bactérias patogênicas, por exemplo, pode contaminar fontes de água à jusante da área irrigada, principalmente aquelas superficiais, como tanques, represas, rios e riachos.

Assim, o conhecimento da origem, tanto dentro quanto fora da propriedade, e da qualidade da água é de fundamental importância no controle de doenças em áreas de produção de flores e plantas ornamentais. A qualidade de água é importante para a irrigação. Alguns fatores que devem ser considerados quanto à qualidade da água para irrigação são:

- Salinidade;
- Toxidade;
- Sedimentos;
- Coliformes fecais.

2.1 Salinidade

O maior problema enfrentado pelos irrigantes é a salinização da água. A água salina é aquela que tem elevada concentração de sais, como o potássio, sulfato e cloro. Estes sais infiltram-se com a água e ficam armazenados no solo.

Quando ocorre um movimento ascendente de água no solo, os sais são levados até a superfície do solo e causam problemas de salinização do solo. A planta desenvolvida em solo salino tem dificuldade de absorver os nutrientes.

No Brasil, em regiões áridas e semi-áridas, a cada 100 ha novos irrigados, abandona-se 20 ha devido a este problema. No Rio Grande do Sul, praticamente, não há problemas de salinização. As áreas que eventualmente podem apresentar problemas são aquelas próximas ao litoral, onde a captação da água é feita da lagoa dos Patos e Mirim. Quando estas lagoas estão salinizadas, podem ocorrer problemas de salinização (IRGA, 1999).

Uma maneira de minimizar o problema de solos salinos é lixiviá-los através de aplicação de lâminas d'água sucessivas no solo. Desta maneira os sais infiltram com a água até maiores profundidades do solo. Mede-se a salinização da água através da condutividade elétrica da água. Quanto maior a condutividade elétrica da água, mais sais esta água contém.

2.2 Toxidade

Os íons da água (cloreto, sódio, boro) são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos causando danos, como queimaduras nas bordas das folhas reduzindo seu rendimento.

2.3 Sedimentos

Os sedimentos também podem atrapalhar a irrigação, principalmente quando for irrigação por aspersão, por problemas de entupimento dos bicos aspersores. Deve-se procurar fontes de água sem muitos sedimentos. Se não houver outra alternativa, pode ser feita uma filtragem da água no momento da sua captação através de equipamento especializado (filtros acoplados às bombas).

2.4 Coliformes fecais

A Organização Mundial da Saúde estipula para fins de irrigação e lazer: menos de 1000 organismos de coliformes fecais para cada 100 ml de amostra.

3 CONTROLE DE DOENÇAS

Para várias espécies, a irrigação no momento correto e na quantidade adequada possibilita ganhos expressivos de produtividade e de qualidade e redução no uso de água, energia e agrotóxicos, enquanto, para outras, pode representar, em curto prazo, apenas pequenos incrementos de produção.

Todavia, o floricultor deve ter em mente que irrigação em excesso favorece a disseminação, a multiplicação e a iniciação do processo infeccioso de uma série de doenças, especialmente as bacterioses. Assim, o controle adequado da irrigação, evitando principalmente excessos, é provavelmente, a medida de controle de doenças com maior eficiência relativa.

É interessante considerar que, muitas vezes, o excesso de água não favorece, de imediato, alta incidência de doenças. Algumas doenças de solo comuns em áreas irrigadas são: podridão-mole em begônias, gérberas e gloxínias; murcho-bacteriana e rizoctoniose em crisântemo e aster; murcha-de-esclerócio; queima-bacteriana; podridão-de-esclerotínia; murcha-de-fitóftora; hérnia; e nematóides.

Irrigações em excesso podem provocar falhas de estande devido à podridão de pré e pós emergência (tombamento) em várias espécies ornamentais. Além de estar atento para não irrigar em excesso ou em falta, o agricultor deve evitar a formação de pontos de encharcamento no solo, os quais freqüentemente se transformam em focos de disseminação e multiplicação de doenças.

As principais causas de encharcamento são:

- vazamentos de água nas tubulações e válvulas de irrigação;
- baixa uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação
- drenagem deficiente;
- depressões no solo e áreas compactadas por máquinas e implementos agrícolas, principalmente quando do cultivo em canteiros.

A baixa uniformidade de distribuição de água, que se deve ao dimensionamento, operação e manutenção inadequada do sistema de irrigação, faz com que certos locais da área irrigada recebam muito mais água que o requerido pela cultura, propiciando condições favoráveis às doenças.

Embora a maioria das doenças seja favorecida pelo excesso de água, outras encontram condições favoráveis sob irrigação deficitária. Por exemplo: a incidência de oídio é mais severa quanto menos água é aplicada na parte aérea das plantas em roseiras.

O manejo inadequado da irrigação pode também favorecer a ocorrência de várias doenças de ordem fisiológica. A deficiência de água no solo afeta a absorção de cálcio, provocando a podridão apical e deformação e abortamento de flores, e pode favorecer o crescimento deficiente de brotações.

O desbalanço hídrico, provocado por irrigação em excesso após um período muito seco, pode provocar rachadura da epiderme em botões como de rosas .

O manejo da irrigação deve, portanto, ser considerado pelo floricultor como medida preventiva no controle integrado de doenças. Dessa forma, além dos benefícios diretos de uma irrigação bem realizada, pode-se ter reduções expressivas no uso de agrotóxicos, aumentando a receita

líquida do agricultor e reduzindo a contaminação do meio ambiente, das fontes de água e das flores e plantas ornamentais oferecidas ao consumidor.

4 TECNOLOGIA DISPONÍVEL

De acordo com os princípios da produção integrada de flores e plantas ornamentais, a prática da irrigação deve priorizar a utilização sustentável dos recursos naturais e o emprego de métodos e técnicas de manejo da irrigação que permitam otimizar a eficiência de uso da água, aumentar a produtividade, reduzir custos e minimizar possíveis impactos ambientais negativos associados à irrigação, tais como a salinização do solo e a contaminação de águas subterrâneas e de superfície.

O manejo da irrigação é definido como o processo de decisão de quando irrigar e quanto de água deve ser aplicada. Apesar de a irrigação ser uma prática essencial e afetar significativamente a produtividade, a qualidade do produto e o meio ambiente, o seu manejo na maioria dos casos é feito sem a utilização de métodos racionais de controle da quantidade de água aplicada.

Não obstante a disponibilidade de inúmeros métodos de manejo da irrigação, a utilização desses métodos, na prática, ainda é limitada em virtude da dificuldade de obtenção dos dados necessários e da complexidade das decisões envolvidas.

Neste sentido, o uso de recursos da informática como programas (*softwares*) permite ao agricultor realizar o manejo da irrigação de forma tecnicamente correta, com maior simplicidade e rapidez. Além disso, as normas da Produção Integrada de flores e plantas ornamentais exigem que todas as práticas agrícolas sejam monitoradas e registradas.

No caso da irrigação de ambientes protegidos, a quantidade de água aplicada deve ser determinada de acordo com o clima e as exigências da cultura. Esse procedimento pode ser bastante simplificado utilizando-se uma planilha eletrônica específica para esse fim.

5 MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Método de irrigação é a forma pela qual a água pode ser aplicada às culturas.

5.1 Sensor tensiométrico

É um sensor de tensão de água no solo, que trabalha com gás pressurizado nos poros da cápsula cerâmica, aqui chamado de sensor, e que mantém um equilíbrio com o solo ou substrato pelo princípio da capilaridade. Desenvolvido e patenteado pela Embrapa, o sensor tensiométrico monitora a disponibilidade de água no solo ou substrato junto das raízes das plantas, oferecendo uma tecnologia eficiente e confiável para o manejo da irrigação.

A tensiometria é a força com que o solo ou substrato retém a água dentro de sua estrutura porosa e, portanto, quanto mais seco está o solo maior é a força com que a água está retida nele. Em outras palavras, a medida da tensão de água no solo representa a força de sucção que as raízes da planta precisam vencer para poder extrair a água necessária para seu desenvolvimento.

Quanto mais alta for a tensão de água, medida corretamente em valores de pressão negativa, mais seco estará o solo, e a partir de determinados valores, se não houver irrigação, passa a restringir o fornecimento de água para a planta e conseqüentemente ocorre a diminuição do seu pleno desenvolvimento.

Cada solo, clima, planta, sistema de irrigação e tratos culturais se apresenta de forma

diferente e requer manejo de irrigação adequado, por isso, é aconselhável consultar um profissional especializado para orientar no manejo da irrigação.

5.1.1 Quantidade de sensores

Os sensores devem detectar a disponibilidade de água p/ as plantas, a qual pode variar muito, devido a fatores como manchas de solo, desenvolvimento das plantas, topografia, diferenças micro climáticas, padrão de enraizamento, de lâmina de irrigação e sistema de irrigação.

Para não ocorrer significativas falhas de representatividade na estimativa de disponibilidade de água para as plantas, instale pelo menos três baterias de sensores por hectare ou duas baterias por talhão.

A bateria de sensores é composta pelo sensor raiz (plaqueta verde) usado para orientar o momento de irrigar, e o sensor limite (plaqueta vermelha) usado para ajustar a quantidade de irrigação, chamada de lâmina ou tempo de irrigação.

5.1.2 Local de instalação dos sensores

Escolha áreas de plantas saudáveis e de porte médio da cultura, evitando locais atípicos e a proximidade com vazamentos de água. Posicionar os sensores nas linhas de plantio e distantes do caule da planta aproximadamente 1/3 da profundidade das raízes.

Na irrigação por sulcos ou gotejamento os sensores usualmente são instalados paralelamente a linha de gotejadores ou ao sulco e devem estar equidistantes entre o caule da planta e o gotejador, garantindo um bulbo úmido com largura e profundidade adequada ao desenvolvimento da planta

5.1.3 Profundidade de instalação dos sensores

Primeiramente, certifique-se da profundidade das raízes da planta e então abra um buraco até a profundidade necessária, com o auxílio de uma cavadeira manual ou trado. Instale o sensor limite no fundo da cova, vertical ou horizontalmente, pressionando o solo com os dedos em volta do sensor até garantir um contato completo entre os mesmos. Devolva o solo ao buraco, procurando obter a sua compactação original.

Quando a profundidade da cova estiver na metade da profundidade do sistema radicular da planta, instale o sensor raiz no mesmo buraco e da mesma forma. O sensor limite deve estar de 2,5 a 3 vezes a profundidade dos sensores raiz. Para finalizar, finque uma estaca junto à bateria de sensores e pendure as etiquetas que estão presas ao tubo para impedir a entrada de água ou insetos e facilitar sua localização (FIG.1) .

Nos solos recobertos por plástico (“*mulch*”), instale os sensores antes da aplicação do plástico ou, se feito posteriormente, vede bem o corte feito para a instalação. A mangueira do sensor deve passar pelo mesmo buraco da planta. Comece as leituras a partir do dia seguinte da instalação, garantindo o equilíbrio necessário entre solo e sensor.



Figura 1: Instalação dos sensores

Fonte: Disponível em: <<http://www.hidrosense.com.br/FUNC.HTM>>

5.1.4 Leitura dos sensores

Engate o tubo do sensor raiz na saída esquerda do leitor MPI-03, pressione o botão direito por alguns segundos para obter a indicação luminosa “seco” ou “úmido” e reencaixe a etiqueta plástica na estaca. Repita o mesmo procedimento para o sensor limite.

Faça as leituras preferencialmente toda manhã e, em culturas sensíveis ou solos arenosos, pelo menos duas vezes ao dia. Sugere-se que seja feito um registro das leituras, como no modelo de ficha de acompanhamento, em anexo, para futuras consultas ou avaliações

6 QUANDO IRRIGAR

Saber quando irrigar é saber até onde se pode atingir o secamento do solo (tensão de água no solo limite para irrigação) sem que haja perdas de produtividade na planta. Esse secamento controlado deve ser seguro e proporcionar um bom arejamento e desenvolvimento das raízes, explorando melhor os recursos disponíveis no solo ou substrato (FIG. 2).

Manter o solo muito úmido por irrigações muito frequentes pode inibir o desenvolvimento das raízes e aumentar a incidência de fungos e bactérias, significando manter a tensão abaixo da tensão de água adequada para a cultura. Controlar estes ciclos de secamento e molhamento facilitam o transporte de nutrientes no solo e nos tecidos vegetais da planta, evitando, entre outros, o rachamento de frutos.

Sugere-se que a irrigação seja realizada quando mais da metade dos sensores raiz (plaqueta verde) indicar leitura “seco”, mesmo que os sensores limite apresentem leitura de “úmido”.

É importante destacar que o produtor deve estar sempre avaliando as condições de sua lavoura e usar o monitoramento dos sensores como uma ferramenta para auxiliar na decisão de irrigar. No transplante de mudas ou na semeadura, desconsidere o monitoramento e mantenha a superfície do solo sempre úmida até o pegamento/ enraizamento ou como orientado por seu técnico.



Figura 2: Quando irrigar

Fonte: <<http://www.hidrosense.com.br/quando.htm>>

7 QUANTO IRRIGAR

Saber quando irrigar é conhecer a capacidade de retenção de água no solo, de forma a garantir que a água repostada pela irrigação fique armazenada em uma profundidade que possa ser aproveitada pelas raízes das plantas.

Irrigar acima da capacidade útil de armazenamento do solo significa ter perdas de água por percolação, e também a perda de ingredientes por lixiviação.

Irrigar abaixo da capacidade útil do solo significa umedecer uma profundidade menor, limitando a mobilidade de ingredientes e exigindo uma maior frequência de irrigação, pelo menor volume estocado.

O tempo de irrigação deve ser suficiente para que a água aplicada (lâmina de irrigação) infiltre no solo e fique armazenada na camada onde existem as raízes da planta. O monitoramento dos sensores limite (plaqueta vermelha) permite essa verificação (FIG.3).



Figura 3: Quanto irrigar

Fonte: <<http://www.hidrosense.com.br/FUNC.HTM>>

As características físicas dos solos determinam quanto de água eles conseguem armazenar. Normalmente solos arenosos armazenam menos água que os solos argilosos e requerem irrigações mais freqüentes e em quantidades menores.

De acordo com esta técnica, o objetivo é aplicar a maior lâmina de irrigação possível, porém, mantendo a maioria dos sensores limite apresentando a leitura de “seco”. A cada 4 ciclos de irrigação, reavalie a lâmina de irrigação e se necessário faça a correção para um novo valor, dependendo do sistema radicular da planta que se desenvolve, torna-se necessária esta correção.

Por tentativas, com as observações do sensor limite, chega-se a quantidade ideal de irrigação, suficiente para umedecer todos os sensores raiz, algumas horas após a irrigação. A frente de molhamento continua a penetrar até molhar menos da metade dos sensores limite.

Quando a maioria dos sensores limite apresentarem leitura “úmido”, significa que o solo está com excesso de água abaixo das raízes, em decorrência de chuvas ou excesso de irrigação. A secagem nessas profundidades normalmente é muito lenta e os sensores limite podem levar dias para apresentar uma leitura “seco”, repita ao menos quatro irrigações antes de decidir por um novo ajuste na quantidade irrigada (QUADRO. 1) :

SENSORES	LEITURA	
RAIZ	SECO > IRRIGAR	ÚMIDO > NÃO IRRIGAR
LIMITE	SECO > IDEAL	ÚMIDO > EXCESSO DE ÁGUA

Quadro 1: Leitura dos sensores

Fonte: Disponível em: <<http://www.hidrosense.com.br/FUNC.HTM>>

Após o uso em uma cultura, os sensores precisam ser bem lavados, deve-se utilizar somente água e esponja. Adicionalmente, antes de reinstalá-los faça o teste de vazamento para verificar se não sofreu avarias por animais, insetos ou manuseio rude.

Para isso, mergulhe o sensor por alguns instantes na água e faça uma leitura, se a resposta for “úmido” ele está bom para reinstalação. As plantas, ao longo do seu ciclo de vida, vão crescendo e aprofundando seu sistema radicular, por isso é necessário reinstalar os sensores e posicioná-los para uma nova profundidade. Na prática reinstala-se o sensor quando a planta atinge 35% a 40% de sua idade fenológica.

8 CÁPSULA SECA

Trata-se de uma cápsula porosa conectada, por meio de um tubo, a um sistema de determinação da permeabilidade ao ar. O princípio de funcionamento baseia-se na obstrução ou não, da passagem do ar através das paredes da cápsula porosa, quando a tensão da água no solo se torna menor ou maior que determinado valor crítico, característico da cápsula porosa.

O sensor é comercializado nas tensões críticas de 25 kPa, adequado para solos de textura média e argilosos, e de 7 kPa para substrato ou em solos arenosos.

Diferentemente dos tensiômetros, que têm todo o sistema preenchido com água, e por isso mesmo sujeitos a muitos problemas, a cápsula porosa permanece cheia de ar, isto é, sem água, o que a torna um sensor mais robusto e confiável, podendo ser utilizada para o controle manual ou automático da irrigação de floricultura e de outras culturas.

Este sensor consiste em uma cápsula porosa conectada através de um tubo a um sistema de medição de permeabilidade ao ar, que pode ser uma cuba transparente. A cápsula porosa é colocada no solo, na profundidade efetiva das raízes.

A avaliação da umidade do solo é feita imergindo-se a cuba transparente no recipiente de água (FIG. 4). Se a água não penetrar na cuba é porque a cápsula está com os poros obstruídos ou fechados pela umidade (FIG. 4A- lado esquerdo da figura). Neste caso, o solo ainda está úmido (FIG. 4B – lado direito da figura) e a irrigação não é necessária.

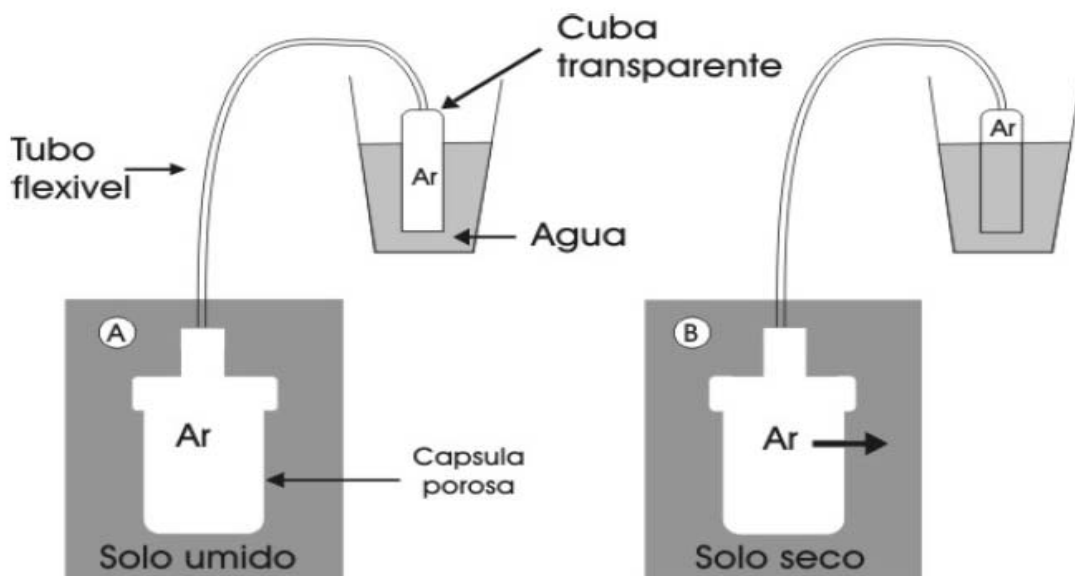


Figura 4 -Sistema de sensores para o controle da irrigação – Princípio de funcionamento.Figura 4(A) - Em solo úmido a passagem do ar fica bloqueada e não entra na cuba introduzida na água. Figura 4 (B) – Em solo seco o ar permeia a cápsula porosa e a água entra na cuba introduzida na água.

Fonte:Disponível em: < <http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=123> >

Na sua utilização com irrigação por aspersão, a cápsula deve ser colocada na profundidade efetiva do sistema radicular, próximo a uma planta representativa (FIG. 6A lado esquerdo da figura).

Uma instalação distinta é utilizada na irrigação por gotejamento (FIG. 6B - lado direito da figura). Neste caso, a cápsula porosa é instalada na zona radicular, lateralmente à fita de gotejamento, de maneira que se possa também controlar a dimensão radial do bulbo de molhamento, que deve ser de volume suficiente para o apropriado desenvolvimento da planta.

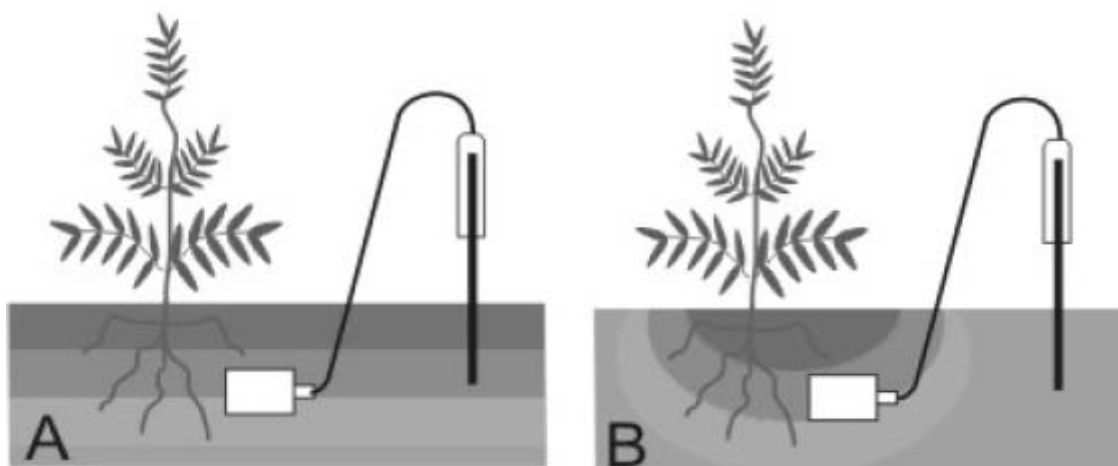


Figura 6- Posição de instalação do Irrigas– (A) O caso de planta irrigada por aspersão. (B) O caso de planta irrigada por gotejamento.

fonte: <http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=123>

Nos dois casos, a irrigação pode ser terminada assim que a cápsula porosa fica impermeável ao ar. Depois disto, a borda do bulbo molhado ou a frente de molhamento continua a se expandir por algum tempo adicional.

O cálculo da quantidade de água a ser aplicada pode ainda ser feito de maneira tradicional, em função da curva característica de retenção de água no solo, da profundidade das raízes e da tensão crítica.

Entre os sensores de irrigação disponíveis, a cápsula seca tem a vantagem exclusiva de ser mais barata, mais fácil de usar e de praticamente não requerer manutenção. O princípio de funcionamento é extraordinariamente estável, preciso e robusto. Adicionalmente, é muito fácil e seguro fazer a automatização da irrigação, o que é particularmente útil para as plantas sob cultivo protegido.

9 TABELAS DE REFERÊNCIA

São informações complementares e que servem de base para acompanhamento e ajuste dos sistemas de irrigação.

Tabela 1: Valores típicos de tensão (sucção) de água no solo

kPa (quilo Pascal)	Substratos	Solos médios (arenoso a argilo arenoso)
0,5 a 1	Saturado e excessivamente úmido (água parada)	
2 a 4	Muito úmido (umidade capilar nos agregados)	Saturado a muito úmido (com água parada)
5 a 12	Moderadamente úmido (o substrato do vaso está úmido)	Ao redor da capacidade do solo reter água sem escorrer (capacidade de campo)
15 a 20	Seco a muito seco (o substrato do vaso requer irrigação)	Muito úmido a moderadamente úmido
20	Muito seco (naipe de estresse)	Moderadamente úmido
25 a 50	Extremamente seco	Faixa de irrigação

Fonte:Mr. Bambach

Tabela 2 : Lâmina líquida estimada de irrigação (mm)

Profundidade radicular média (cm)	Textura do Solo								
	FINA			MÉDIA			GROSSA		
	10 KPa	25 KPa	40 KPa	10 KPa	25 KPa	40KPa	10 KPa	25 KPa	40 KPa
10	3,50	6,00	7,00	3,40	4,50	5,20	2,20	2,50	2,70
15	5,25	9,00	10,50	5,10	6,75	7,80	3,30	3,75	4,05
20	7,00	12,00	14,00	6,80	9,00	10,40	4,40	5,00	5,40
25	8,75	15,00	17,50	8,50	11,25	13,00	5,50	6,25	6,75
30	10,50	18,00	21,00	10,20	13,50	15,60	6,60	7,50	8,10
35	12,25	21,00	24,50	11,90	15,75	18,20	7,70	8,75	9,45
40	14,00	24,00	28,00	13,60	18,00	20,80	8,80	10,00	10,80
45	15,75	27,00	31,50	15,30	20,25	23,40	9,90	11,25	12,15
50	17,5	30,0	35,0	17,0	22,5	26,0	11,0	12,5	13,5

Fonte: Carlos AM Severino

Observações e parâmetros para estabelecimento e aferição de sistemas controle de irrigação:

- Lâminas de irrigação calculadas em curvas típicas para cada tipo de solo, de forma que seja reposta a quantidade de água perdida por evapotranspiração da capacidade de campo até a tensão de água no solo especificada;
- As estimativas desta tabela podem ser empregadas como aproximação, na falta da curva de retenção;
- Eficiências de irrigação típicas são: gotejo=0,9; aspersão convencional=0,7; pivô=0,85; sulcos=0,5;
- Para calcular a lâmina bruta de irrigação, basta dividir a lâmina líquida de irrigação da TAB. 2 , pela eficiência de irrigação correspondente ao sistema de irrigação empregado.

Tabela 3: Orientação para manejo de irrigação

TABELA ORIENTATIVA PARA MANEJO DE IRRIGAÇÃO			
Cultura	(1) Profundidade efetiva das raízes (cm)	(2) Profundidade recomendada para os sensores RAIZ (cm)	(3) Tensão de água no solo para se promover a irrigação (KPa)
Abóbora	50 - 80	30 - 40	
Alcachofra	70 - 100	40 - 50	
Algodão		40 - 50	
Alface	15 - 30	10 - 20	25
Alho	15 - 50	10 - 30	
Aspargo	120 -160	60 - 80	40
Beterraba	40 -70	20 - 35	
Batata	25 -60	15 - 30	20 - 40 (Marouelli-1988)
Batata-doce	50 -100	30 - 50	
Berinjela	50 -80	30 - 40	

Cebola	25 - 60	15 - 30	15 - 45 (Carrizo et al.-1990)
Café	40 - 100	30 - 50	
Cana-de-açúcar		20 - 40	
Cenoura	35 - 60	20 - 30	20 - 30 (Silva et al.-1982)
Couve	25 - 50	15 - 30	
Couve-Flor	25 -50	15 - 30	
Ervilha	50 - 70	10 - 30	
Espinafre	40 - 70	20 - 35	
Feijão	15 - 40	10 - 20	
Laranja	25 - 60	15 - 40	
Manga	50 - 120	30 - 60	
Melância	50 -120	30 - 60	
Melão	50 -120	30 - 60	30 - 80 (Doorenbos & Pruitt-1977)
Milho	25 - 50	15 - 30	
Milho-doce	50 -120	30 - 60	
Morango	20 -40	15 - 25	20 - 30 (Haise & Hagan-1967)
Nabo	55 - 80	30 - 40	
Pepino	35 - 50	20 - 30	
Pimentão	30 - 70	20 - 40	
Rabanete	20 - 30	15 - 20	
Repolho	30 - 70	20 - 40	
Rosa	50 - 100	30 - 50	
Soja			
Tomate	25 -70	10 - 30	20 - 30
Tomate industrial			20 - 30
Trigo	15 - 50	10 - 30	
Vagem	40 - 60	20 - 40	25

Fonte:Mr. Bambach

10 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

A irrigação localizada compreende a aplicação de água em apenas uma fração da área cultivada, em alta frequência e baixo volume, mantendo o solo na zona radicular das plantas sob alto regime de umidade. A área mínima molhada deve ser de aproximadamente 1/3 da área sombreada (ou projeção da copa das plantas).

A área de solo molhado exposto à atmosfera fica bem reduzida e, conseqüentemente, é menor a perda de água por evaporação direta do solo. A água aplicada por estes sistemas penetra no solo e se redistribui formando um bulbo molhado, cuja forma e tamanho dependem da vazão aplicada, do tipo de emissor, da duração da irrigação e do tipo de solo. A infiltração ocorre em todas as direções, porém, no sentido vertical é mais pronunciado quando o solo apresenta características arenosas.

A principal diferença entre os sistemas de irrigação localizada e outros sistemas, é que nos

primeiros o balanço entre evapotranspiração e água aplicada é mantido em períodos compreendidos entre 24 e 72 horas (maior frequência de aplicação).

O gotejamento e a microaspersão são os principais representantes dos sistemas de irrigação localizada em uso comercial. Existem outros tipos de sistemas, de uso mais restrito, como: tubo gotejadores, tubos porosos e tubulações perfuradas a laser .

10.1 Gotejamento e microaspersão

No conceito geral de sistemas de irrigação localizada, ficam bem diferenciados os sistemas gotejamento e microaspersão FIGs.7 e 8 . As diferenças fundamentais são:

- o gotejamento aplica água em pontos, utilizando emissores denominados gotejadores, a microaspersão aplica água sobre uma pequena área circular ou setorial, através de emissores denominados microaspersores;
- em gotejamento as vazões são de até 20 l/h em cada ponto de emissão, e em microaspersão de até 200 l/h;
- a seção de saída da água nos emissores varia em torno de 0,78 mm² em microaspersores e 0,12 mm² em gotejadores;
- os gotejadores operam sob pressões inferiores a 10 mca e os microaspersores entre 10 e 20 mca.;
- em microaspersão, como a seção de saída da água é um pouco maior que nos gotejadores, os sistema de filtragem é mais simples.



Figura 7 - irrigação por gotejamento em gladiólos.
Fonte: Carlos A M Severino



Figura 8 - Micro aspersores
Fonte: Carlos A M Severino

10.2 Descrição de um sistema de irrigação localizada

Um sistema completo de irrigação localizada é composto das seguintes partes:

- emissores (gotejadores, microaspersores, micro tubos);
- tubulações (linhas laterais, secundárias e de derivação) para distribuição da água;
- cabeçal de controle (conjunto moto bomba, sistema de filtragem, injetores de fertilizantes, sistema de controle de pressão e vazão);
- além de acessórios e conexões indispensáveis para operação e manejo do sistema no campo.

10.2.1 Emissores

Os emissores são os dispositivos que controlam a saída da água, desde as linhas laterais, em pontos discretos e contínuos. Distinguem-se em miniaspersores (difusores ou microaspersores), gotejadores, mangueiras ou tubulações de gotejadores (tubo gotejador, mangueira porosa, mangueira perfurada).

As características fundamentais que devem apresentar um emissor e que definem sua escolha consistem em vazão uniforme e constante, reduzida sensibilidade a obstruções, elevada uniformidade de fabricação, resistência à agressividade química e ambiental, estabilidade da relação pressão-vazão, reduzida perda de carga nos sistemas de conexão, resistência ao ataque de insetos e/ou roedores e, baixo custo de aquisição

10.2.2 Tubulações

Em sistemas de irrigação localizada as tubulações são normalmente de polietileno (baixa e média densidade) e de PVC (linha principal), de acordo com a ordem de funcionamento. Devem ser muito bem dimensionados atendendo as condições hidráulicas e de operação requeridas.

Linhas laterais são as tubulações de última ordem no sistema, sobre as quais são conectados os emissores; devem ser dimensionadas de forma a permitir que os emissores distribuam a água com um adequado grau de uniformidade, minimizando a variação de vazão ao longo do

seu comprimento; normalmente são de polietileno flexível de baixa densidade, com diâmetros internos de 10, 12,5 e 15 mm, em geral.

Linhas de derivação são tubulações que alimentam as linhas laterais, hidraulicamente são iguais a essas, pois são de múltiplas saídas. São dimensionadas e devem permitir uma pressão adequada no início de cada lateral, derivando a vazão necessária para cada uma delas.

As linhas secundárias abastecem as de derivação, nem sempre são necessárias, entretanto, quando a área irrigada é grande, exigindo sua divisão em várias subunidades de irrigação, agrupam-se as subunidades que funcionam simultaneamente, alimentando-as com uma tubulação denominada linha secundária; o dimensionamento deve se basear em critérios econômicos, cujos diâmetros mais comuns são de 20 a 80 mm. Podem ser de polietileno ou PVC.

A linha principal conduz a água da moto bomba, passando pelo cabeçal de controle, até as linhas secundárias; podem ser de PVC ou até mesmo de polietileno de alta densidade, dependendo das condições de pressão a qual será submetida.

10.2.3 Cabeçal de controle

Denomina-se cabeçal de controle ao conjunto de elementos que permite o tratamento da água de irrigação, sua filtragem, medição, controle de pressão e aplicação de fertilizantes.

Sua composição pode variar em muitos casos. Por exemplo, há instalações em que os fertilizantes são aplicados a partir do cabeçal de controle, entretanto, em algumas instalações, as aplicações são realizadas nas unidades de irrigação.

Muitas vezes a água apresenta alguns problemas de qualidade que limitam o seu uso em sistemas localizados, podendo provocar a obstrução dos emissores.

10.2.4 Os filtros

Os filtros de areia são elementos típicos e indispensáveis para a eliminação de algas, impurezas orgânicas e vegetais e retenção de partículas minerais. Sempre é conveniente a instalação de dois filtros, facilitando a limpeza sem parada de todo o sistema.

Os filtros de tela são sempre necessários, logo após o equipamento de fertirrigação, para eliminar impurezas minerais que atravessam os filtros de areia e provenientes dos adubos dissolvidos.

A maioria dos filtros disponíveis no mercado são providos de mecanismo que facilitam a limpeza. O equipamento de fertirrigação obrigatoriamente não poderá ser instalado antes dos filtros de areia.

10.2.5 Disposição do sistema no campo

A disposição do sistema no campo segue o critério de distribuição e ordem das tubulações no terreno de forma a se obter a melhor configuração (*layout*) que resulta numa adequada operação, eficiente manejo e, principalmente, na melhor alternativa econômica de dimensionamento.

10.2.6 Subunidade de irrigação

Subunidade de irrigação é a superfície que se irriga simultaneamente desde um ponto onde se

regula a pressão de entrada da água. Constitui a base de dimensionamento da linha de derivação

10.2.7 Unidade de irrigação

Unidade de irrigação é a superfície formada pelo conjunto de subunidades de irrigação operando simultaneamente, abastecida pela mesma linha secundária. Corresponde à área de domínio de uma válvula volumétrica, pela qual se controla a quantidade de água a aplicar em cada irrigação.

10.2.8 Unidade operacional de irrigação

Unidade operacional de irrigação é o conjunto de unidades de irrigação operando simultaneamente, a partir de um mesmo cabeçal de controle. Constitui a base de dimensionamento da linha principal, do cabeçal de controle e da moto bomba.

Conclusões e recomendações

Além de um bom projeto de irrigação com materiais apropriados e cuidadosa montagem do sistema no campo, é também de vital importância o sistema de monitoramento da irrigação, evitando-se desperdícios de energia elétrica, água ou insumos.

É importante, se possível, contar com o apoio de um profissional especialista na área, para elaboração de um projeto adequado às condições desejadas.

Referências

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S., PAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 328p. (*Irrigation and Drainage Paper*, 56). 1998.
- AZEVEDO, H.M. Irrigação localizada: . **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, 12(139):40-53. 1986.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1989. 596p.
- CALBO, A.G. **Sistema de Controle gasoso de irrigação baseado na determinação de umidade do solo por meio de cápsulas porosas**. BR PI 0004264-1. 2000a.
- CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C. **Irrigas: novo sistema para o controle da irrigação**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGACAO E DRENAGEM, 11., 2001, Fortaleza. Anais. Fortaleza: ABID, p.177-182. 2001.
- CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente Protegido**. 2000. 66 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2000.
- CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A. **Manejo da irrigação na produção de hortaliças em cultivo protegido**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., 2002, Uberlândia. *Anais*. Sociedade de Olericultura do Brasil, 2002.
- FARIA, M.A.; VIEIRA, J. **Irrigação por aspersão: sistemas mais usados no Brasil**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 12(139):27-39. 1986

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.

FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, ESALQ, 1992. 53p. (Série Didática 003).

FOLEGATTI, M.V.; AZEVEDO, B.M.; PEREIRA, F.A.C.; PAZ, V.P.S. **Irrigação por aspersão: autopropelido**. Piracicaba, ESALQ, 1992. 30p. (Série Didática 010).

FURLAN, R.A. **Consumo de água pela cultura do crisântemo envasado, cultivar Puritan, sob condições de estufa**. 1996. 96 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1996.

FURLAN, R.A. **Consumo de água pela cultura do crisântemo envasado, cultivar puritan, sob condições de estufa**. 1996. 65 f. (Tese Mestrado) – USP, ESALQ, Piracicaba.

GRUSZYSNKI, C. **Produção de crisântemos. 2000**. Disponível em: <www.emater.tche.br/docs/artigos/crisa/crisant.htm>. Acesso em: 16 dez. 2001

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. 1. ed. Guaíba: Agropecuária Editora Ltda., 2001, 166 p.

IBRAFLOR. **Beleza para exportar**. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.deere.com.br>>. Acesso em: 17 mar. 2004.

KIEHL, P.A.; LIETH, J.H.; BURGER, D.W. **Growth response of Chrysanthemum to various container medium moisture tension levels**. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.117, n.2, p.224-229, 1992.

LOPEZ, J.R; ABREU, J.M.; REGALADO, A.P.; HERNANDEZ, J.F.G. **Riego localizado**. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa, 1992. 405p

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. **Caracterização climática e manejo em ambientes protegidos: a experiência brasileira**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.15-23, set./dez. 1999.

MOTOS, J.R; OLIVEIRA, M.J.G. de (Coords.). **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, 1990. 34 p

MOTOS, J.R. **Crisântemo em vaso**. In: IBRAFLOR. Padrão IBRAFLOR de qualidade. Campinas: 2000. p. 9-10

MOTOS, J.R ; OLIVEIRA, M.J.G. (Coord.). **Classificação da qualidade**. In:_____. Produção de crisântemo em vaso. Holambra: Flortec, s.d. p.40-41.

NOGUEIRA, S.S.S. **Growth analysis of chicpea (Cicer arietinum L.)** Scientia Agricola, Piracicaba, v.51, n.3, p.430-435, 1994.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Tomateiro para processamento industrial: Irrigação e fertirrigação por gotejamento**. DF, Embrapa CNPH, 2002, 32p. (EMBRAPA-CNPH. Circular Técnica, 30).

OLLITA, A.F.L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo, Nobel, 1977. 267p.

PASCHOLD, P.J.; MOHAMMED, A. **Irrigas** - a new simple soil moisture sensor for irrigation scheduling. *Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft.* (Journal for irrigation)". 2003. (in press)

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 33 p.

PEREIRA, J.R.D. **Análise dos efeitos da época de suspensão da fertirrigação e de níveis de reposição de água à cultura do crisântemo** (*Dendranthema grandiflora*) cv. White Diamond. 2002. 54 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002

PORTES, T.A.; CASTRO JUNIOR, L.G. **Análise de crescimento de plantas: um programa computacional.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v.3, n.1, p.53-56, 1991.

SCALOPPI, J.E. **Critérios básicos para seleção de sistemas de irrigação.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 12(139):54-63. 1986.,

SCATOLINI, M.E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos.** 1996. 70 f. (Tese Mestrado) - USP, ESALQ, Piracicaba.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. **Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológicos das plantas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SILVA, W.L.C.; MAROUELLI, W.A. **Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos.** In: FARIA, M.A. (Coord.). Manejo de irrigação. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.311-48

SILVEIRA, R.B.A; MINAMI, K. **Avaliação da qualidade de crisântemos** (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), **grupo macarrão, produzidos em diferentes regiões do Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, v.3, n.2, p.55-73, 1997.

VILLA NOVA, M.S. **Avaliação do desempenho do tensiômetro de bolha de ar na medida do potencial matricial de água no solo.** 1991. 69 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1991

WREGGE, M.S. **Determinação do coeficiente de cultivo da cultura do Crisântemo** (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. Var. *Polaris amarelo*). 1995. 101 f. (tese Mestrado) – FCA, UNESP, Botucatu.

Anexos

Anexo 01 – Comparativo de desenvolvimento de plantas com tensiômetro de bulbo úmido e cápsula seca – irrigas.

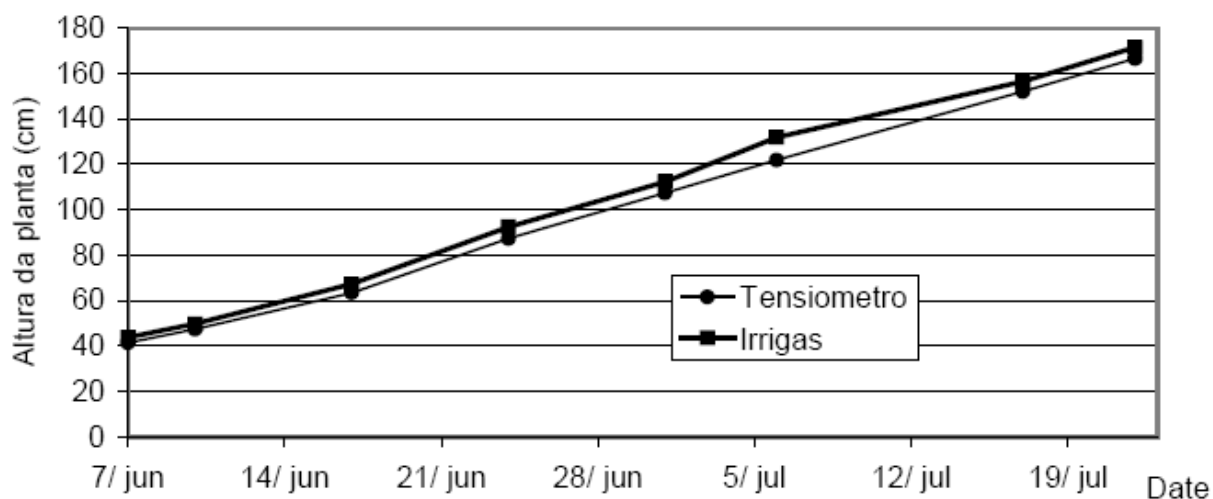


GRAFICO: Altura de plantas de tomateiro com irrigação controlada com tensiômetro e com Irrigas 25 kPa

Fonte: (PASCHOLD & MOHAMMED, 2003)

Nome do técnico responsável

Carlos Alberto de Mello Severino

Nome da Instituição do SBRT responsável

Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA

Data de finalização

13 nov. 2007