

Brasília, DF  
Setembro, 2007

## Irrigação em Campos de Produção de Sementes de Hortaliças



Foto: Waldir A. Marouelli

### Introdução

No agronegócio de hortaliças, a atividade de produção de sementes é uma das mais tecnificadas e de maior importância econômica. Em ordem de valor de comercialização de sementes, destacam-se as seguintes espécies: tomate, cebola, melão, melancia, cenoura, pimentão, repolho, alface, beterraba e pepino.

#### Autor

**Waldir A. Marouelli**  
Eng<sup>o</sup> Agríc., Ph.D.  
Embrapa Hortaliças  
Brasília, DF  
waldir@cnph.embrapa.br

A produção de sementes no Brasil se concentra principalmente nas regiões Sul, Centro-Oeste e Nordeste. Os principais fatores que favorecem a produção de sementes em localidades específicas da região Sul, por exemplo, são as condições de fotoperíodo longo, baixa temperatura, baixa umidade relativa do ar e precipitação bem distribuída ao longo do ano, o que dispensa a obrigatoriedade do uso de irrigação. Contudo, com a ocorrência cada vez mais freqüente de veranicos na região, a irrigação pode ser uma prática capaz de garantir maior estabilidade de produção e melhor qualidade das sementes. Nas demais regiões, os fatores mais favoráveis estão relacionados à presença de estação de seca definida, com baixa umidade relativa do ar e alto índice de insolação. Nestas condições, a irrigação é prática fundamental para viabilizar a produção de sementes.

As hortaliças têm o desenvolvimento e o rendimento intensamente influenciados pelas condições de umidade do solo. Muito embora a deficiência de água seja o fator mais limitante para a obtenção de altas produtividades e sementes de boa qualidade, o excesso também pode ser igualmente prejudicial. Tão importante quanto se irrigar no momento e na quantidade corretos, a escolha da forma adequada pela qual a água será aplicada às plantas é também decisiva para o sucesso da produção de sementes. Em geral, deve-se priorizar o emprego de sistemas de irrigação que não molham a parte aérea das plantas, pois minimizam a ocorrência de doenças e de outros problemas que interferem na qualidade fisiológica e sanitária das sementes, especialmente de hortaliças de frutos secos, como alface, brássicas, cebola e cenoura. Todavia, existem hortaliças, como a ervilha e o milho-doce, que podem ser irrigadas por aspersão sem prejuízo do rendimento e da qualidade das sementes.

Esta publicação é destinada a técnicos e produtores rurais ligados à área de produção de sementes de hortaliças. Tem por objetivo apresentar informações básicas e relevantes sobre sistemas de irrigação e manejo de água visando à produção de sementes de alta qualidade.

## Sistemas de Irrigação

Existem diferentes sistemas de irrigação que podem ser utilizados na produção de sementes de hortaliças. Os sistemas apresentam características próprias, com custos variáveis, vantagens e desvantagens. Dependendo da forma com que a água é aplicada às plantas, os sistemas podem ser agrupados em superficiais, subsuperficiais, por aspersão e por gotejamento. É importante salientar que a escolha do sistema deve ser baseada na viabilidade técnica e econômica do projeto, por meio da análise de fatores físicos, agrônômicos e econômicos, dentre outros. A adoção de um sistema que não

seja adequado a uma determinada situação pode inviabilizar todo o empreendimento. Isto se deve ao alto custo de produção e valor econômico das sementes e ao alto investimento necessário para a implantação de um sistema de irrigação.

## Sistemas Superficiais

A irrigação superficial compreende os sistemas por sulco, corrugação, faixa e inundação. Estes sistemas estão entre os que demandam menor investimento para implantação e uso de energia. Requerem, porém, terrenos planos ou sistematizados e solos com taxa de infiltração de moderada à baixa. Por não molharem a parte aérea das plantas, minimizam a incidência de doenças da parte aérea e favorecem melhor qualidade de sementes, especialmente de hortaliças de frutos secos. Sistema por inundação, mesmo que temporária, não deve ser utilizado para a produção de sementes, já que as hortaliças, exceto o agrião, não toleram condições de solo saturado. No Brasil, os sistemas por faixa e corrugação são muito pouco difundidos. Assim, dentre os sistemas superficiais, o sistema por sulco ([Figura 1](#)) é o mais recomendado para a produção de sementes de hortaliças.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 1** Irrigação por sulco em campo de produção de sementes de pimenta.

## Sistemas Subsuperficiais

Na irrigação subsuperficial ([Figura 2](#)), a água é aplicada sob a superfície do solo por meio da criação e controle de um lençol freático; portanto, sem molhar a parte aérea da cultura. Requer solos planos ou sistematizados, com camada permeável sobrepondo uma camada “impermeável” a cerca de 150 cm de profundidade, e grande disponibilidade de água.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 2** Irrigação subsuperficial em campo de produção de sementes de beterraba.

O manejo de água é realizado por meio da abertura e fechamento de comportas instaladas ao longo de canais de irrigação/drenagem, devidamente dimensionados. Existem basicamente dois tipos de sistemas subsuperficiais: lençol freático fixo e variável. No primeiro, a zona radicular é umedecida pela ascensão capilar da água a partir da manutenção do lençol a uma profundidade fixa, previamente estabelecida. No segundo, o suprimento de água às plantas ocorre pela elevação do lençol até próximo à superfície do solo (0 a 25 cm), para logo em seguida ser rebaixado ao nível original, até ser necessária uma próxima irrigação.

No Brasil, esses sistemas têm sido utilizados com sucesso para a produção de sementes de culturas não hortícolas, como soja e algodão, no Projeto Formoso, em Tocantins. Não há registro

do uso desses sistemas para a produção comercial de sementes de hortaliças.

## Sistemas por Aspersão

Os principais sistemas por aspersão são os convencionais ([Figura 3](#)), autopropelido ([Figura 4](#)) e pivô central ([Figura 5](#)). Os sistemas convencionais são recomendados para áreas pequenas, enquanto o pivô central é mais indicado para áreas grandes de produção de sementes, como de tomate para processamento, milho-doce e ervilha. Recentemente, também tem sido observado o uso do pivô central na produção de sementes de hortaliças de menor importância econômica, como é o caso de coentro na região de Luziânia, Goiás.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 3** Irrigação por aspersão convencional em campo de produção de sementes de brócolos.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 4** Irrigação por aspersão tipo autopropelido em campo de produção de sementes de milho-doce.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 5** Irrigação por aspersão tipo pivô central em campo de produção de sementes de ervilha.

Em relação aos sistemas superficiais e subsuperficiais, a aspersão requer menor uso de mão-de-obra e possibilita melhor distribuição de água no solo. Pode ser usada em qualquer tipo de solo e em terrenos declivosos. No entanto, a água aplicada sobre a planta favorece a lavagem de agrotóxicos e cria microclima favorável para o desenvolvimento de alguns patógenos, podendo aumentar a incidência de doenças na parte aérea e, conseqüentemente, favorecer a produção de sementes de qualidade inferior, especialmente em se tratando de hortaliças de frutos secos. Irrigações por aspersão, especialmente durante as primeiras horas do dia, também podem interferir negativamente na polinização e no pegamento de frutos, pois prejudicam a atividade de abelhas e outros insetos polinizadores. Neste caso, as regas devem ser realizadas preferencialmente no período vespertino.

No caso de hortaliças de frutos secos, o uso da aspersão se complica pela falta de sincronismo no florescimento e na maturação das sementes, associada à presença de inflorescências altamente ramificadas em algumas espécies. Irrigações durante o estágio de maturação, ainda que necessárias, retardam o processo de secagem natural, comprometendo a qualidade fisiológica e sanitária das sementes que estarão mais sujeitas ao ataque de patógenos e à deterioração no campo. Apesar de não

ser o sistema de irrigação mais indicado para a produção de sementes de vários tipos de hortaliças, a aspersão tem sido bastante utilizada em várias regiões do mundo. Dentre as hortaliças que podem ser irrigadas por aspersão, sem maiores problemas para a produção de sementes, destacam-se a abóbora, a ervilha, o milho-doce e o tomate para processamento.

### Sistemas por Gotejamento

Na irrigação por gotejamento ([Figura 6](#)), a água é aplicada ao solo, próximo à planta, em regime de baixo volume e alta frequência, sem molhar toda a superfície do solo. Isto garante maior eficiência na aplicação de água e, conseqüentemente, menor gasto de água, além de permitir a aplicação parcelada de fertilizantes junto com a água de irrigação. O gotejamento possibilita o uso de água com certo grau de salinidade e pode ser usado em solos de diferentes texturas e declividades. Sua principal vantagem, no que se refere à produção de sementes de hortaliças, é não molhar a parte aérea das plantas, o que é essencial para a obtenção de sementes de alta qualidade, especialmente de hortaliças de frutos secos. As principais limitações são os altos custos do sistema e de manutenção, bem como problemas de entupimento.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 6.** Irrigação por gotejamento superficial em campo de produção de sementes de cenoura.

Uma opção que pode ser viável tecnicamente para a produção de sementes de alta qualidade de algumas hortaliças específicas é o sistema de gotejamento subterrâneo (Figura 7). Neste caso, as linhas de gotejadores são enterradas, de forma definitiva, entre 25 e 40 cm de profundidade. Além de não molhar a parte aérea, o sistema também não umedece a superfície do solo, eliminando a interferência da irrigação nos tratos culturais e minimizando a incidência de doenças. Por não molhar a camada superficial do solo, recomenda-se irrigar por aspersão durante o estágio de estabelecimento inicial das plantas.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 7** Irrigação por gotejamento subterrâneo (enterrado) em campo de produção de sementes de tomate para processamento.

Para hortaliças de frutos secos, a irrigação durante os estádios inicial e vegetativo pode ser realizada por qualquer sistema, inclusive por aspersão. Durante o estágio reprodutivo e de maturação, todavia, dever-se-ia evitar o uso da aspersão devido ao aumento de doenças da parte aérea, favorecidas pelo molhamento foliar, e à redução de produtividade, germinação e vigor das sementes. O sistema por gotejamento, comparativamente à aspersão, possibilita, por exemplo, incrementos de produtividade de sementes de cenoura e cebola da ordem de 25% e redução no uso de água de até 50%.

## Necessidade de Água das Plantas

A necessidade de água para a produção de sementes de hortaliças é altamente variável. Ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento das plantas, varia freqüentemente entre 300 e 800 milímetros. Depende da espécie cultivada, da duração do ciclo fenológico de desenvolvimento das plantas, das condições climáticas predominantes e do sistema de irrigação utilizado. A demanda diária de água aumenta ligeiramente com o crescimento das plantas, sendo máxima quando atingem o maior desenvolvimento vegetativo, decrescendo rapidamente a partir do início da maturação.

Informações de pesquisa sobre a necessidade de irrigação para a produção de sementes de hortaliças são escassas mesmo na literatura internacional. No Brasil, os poucos estudos existentes são para a produção de sementes de cenoura e ervilha. Todavia, de um modo geral, pode-se considerar que as necessidades de irrigação para a produção de sementes são similares àquelas para a produção de hortaliças para fins de alimento, especialmente durante os estádios comuns a ambos os sistemas de produção.

## Estádios de Desenvolvimento da Cultura

Para fins de irrigação, o ciclo fenológico das hortaliças pode ser dividido em quatro estádios: inicial, vegetativo, reprodutivo e maturação. Ao contrário do que ocorre no sistema de produção de alimentos, quando muitas hortaliças são colhidas antes de completar o ciclo de desenvolvimento, no sistema de produção de sementes é necessário que o ciclo seja completado. No caso da cebola, da cenoura e de hortaliças folhosas, como acelga, alface e rúcula, por exemplo, as plantas permanecem no campo até florescerem e produzir sementes, diferentemente de quando são cultivadas para fins alimentares, quando são colhidas ainda durante o estágio vegetativo.

## Estádio inicial

O estágio inicial compreende o período que vai do plantio até o estabelecimento inicial das plantas, com duração entre uma e três semanas. Em geral, o plantio deve ser realizado em solo previamente irrigado, de forma a umedecer os primeiros 30 cm do solo, mas nunca encharcado.

A manutenção de condições ideais de umidade no solo durante todo o estágio é fundamental para garantir uma boa germinação e emergência de plântulas e, conseqüentemente, um estande uniforme. Na primeira semana após o plantio, as irrigações devem ser freqüentes (1 a 3 dias), de modo a manter o teor de água no solo, na camada superficial (0 a 15 cm), próximo à capacidade de campo, sem permitir encharcamento. A partir daí, com o desenvolvimento do sistema radicular, as regas podem ser um pouco mais espaçadas. Sob condições extremas, ou seja, alta demanda de água, solos de textura grossa e/ou com tendência à formação de crosta superficial, podem ser necessárias até três irrigações por dia, especialmente se realizadas por gotejamento. Nas espécies onde o estabelecimento da cultura em campo é realizado por meio de transplante de mudas, cuidados especiais com a irrigação devem ser observados, de forma a garantir um bom pegamento das mudas.

Assim como nos demais estádios de desenvolvimento, as irrigações devem ser uniformes para que não se tenha áreas recebendo água em quantidades deficitárias ou excessivas. Irrigações em excesso, especialmente em solos com drenagem deficiente, prejudicam a germinação, a respiração das raízes e favorecem várias doenças de solo.

## Estádio vegetativo

O estágio vegetativo compreende o período que vai do estabelecimento inicial das plantas

até o florescimento. É o estágio mais sensível ao déficit hídrico para a maioria das hortaliças de frutos secos. No caso de hortaliças de frutos carnosos, como abóbora, berinjela e tomate, por outro lado, é o segundo estágio menos sensível à deficiência de água no solo, sendo superado apenas pelo estágio de maturação.

A ocorrência de déficit hídrico moderado durante o estágio vegetativo em hortaliças de frutos carnosos geralmente não acarreta queda significativa de produtividade de sementes, desde que o suprimento de água às plantas durante o estágio reprodutivo seja adequado. Para algumas espécies de hortaliças, no entanto, o pleno suprimento de água pode favorecer o crescimento excessivo das plantas em detrimento da produtividade e/ou da qualidade das sementes. Tal fato pode ser constatado, por exemplo, em estudos realizados pela Embrapa Hortaliças, onde a produtividade de sementes de ervilha foi consideravelmente reduzida quando as irrigações foram realizadas de forma a suprir a demanda potencial de água pelas plantas durante este estágio.

## Estádio reprodutivo

O estágio reprodutivo compreende o período que vai do florescimento das plantas até o início de maturação de sementes. É destacadamente o estágio mais crítico ao déficit hídrico para as hortaliças de frutos carnosos.

As plantas são particularmente sensíveis à falta de água logo após a fertilização, quando o teor de água no óvulo recém-fecundado é elevado (acima de 80%). Em seguida, mesmo ocorrendo redução gradativa no teor de água na semente, é necessário que haja adequada disponibilidade de água no solo até a maturação fisiológica das sementes, de forma a não prejudicar a transferência de nutrientes da planta para as sementes e os demais processos metabólicos necessários para o pleno "enchimento" das sementes. A deficiência hídrica durante o enchimento das sementes pode resultar em

sementes “chochas” (mal formadas), em especial no caso das hortaliças de frutos secos.

Apesar da alta exigência de água pelas plantas, irrigações visando manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo podem afetar negativamente a produtividade de sementes de algumas hortaliças, seja devido a problemas de crescimento excessivo das plantas ou de doenças. Isto pode ser constatado, por exemplo, na produção de sementes de cenoura e ervilha.

Enquanto o tamanho, o conteúdo de matéria seca, o vigor e a produtividade de sementes podem ser consideravelmente reduzidos por condições de deficiência de água no solo durante o estágio reprodutivo, a germinação é pouco influenciada por variações moderadas de umidade no solo. Para a cultura da cenoura, por exemplo, tem-se que uma redução de 25% na quantidade de água aplicada acarreta uma queda de aproximadamente 15% na produtividade, mas não afeta a germinação das sementes produzidas. Já para ervilha, a maior produtividade de sementes é obtida quando as plantas são submetidas a níveis moderados de deficiência de água, enquanto que a germinação somente é afetada quando a quantidade de água aplicada é reduzida em pelo menos 70% da necessidade potencial das plantas, portanto, sob condições extremas de déficit hídrico.

Para algumas hortaliças, como a cebola e a cenoura, a produção de sementes básicas pode ser feita em duas fases: uma que vai da semeadura até a produção de bulbos ou raízes (estádios inicial e vegetativo), e outra que vai do plantio dos mesmos, após a vernalização (indução artificial do florescimento), até a colheita das sementes (estádios reprodutivo e de maturação). Neste caso, o manejo adequado da irrigação desde o plantio de bulbos ou raízes até o estabelecimento inicial das plantas é fundamental para a obtenção de estande adequado. O excesso de umidade nesta fase favorece o apodrecimento de bulbos ou raízes,

enquanto que solos excessivamente secos provocam a desidratação dos mesmos. Para cenoura, recomenda-se o plantio em solo seco e terreno bem preparado, seguido imediatamente de uma irrigação. Tal prática permite um melhor contato do solo com as raízes de cenoura, eliminando bolsões de ar nas proximidades das mesmas, garantindo, assim, um melhor estande. Daí até o completo estabelecimento das plantas, as irrigações devem ser realizadas quando tiver sido utilizado entre 40% e 65% da água disponível do solo, ou seja, quando o solo estiver moderadamente seco.

### **Estádio de maturação**

Durante este estágio, compreendido entre o início da maturação e a colheita das sementes, há uma brusca redução do requerimento de água pelas plantas, permitindo que as irrigações sejam mais espaçadas que no estágio reprodutivo. Apesar disto, o adequado suprimento de água é necessário até por ocasião da maturação fisiológica das sementes. A partir daí, uma estratégia para que sementes de frutos secos percam água de maneira rápida e minimize a deterioração no campo é submeter às plantas a níveis crescentes de déficit hídrico até o final das colheitas. Isto pode ser obtido reduzindo a quantidade de água aplicada a partir do início do estágio de maturação e, posteriormente, paralisando as irrigações algumas semanas antes da colheita. Tal estratégia também permite acelerar e uniformizar a maturação das sementes, inclusive de hortaliças de frutos carnosos, a maioria das quais apresenta crescimento indeterminado, com florescimento contínuo.

### **Período Crítico ao Déficit de Água**

As plantas apresentam períodos onde a deficiência de água ocasiona queda pronunciada na produtividade e na qualidade de sementes. Em outros períodos, déficits hídricos moderados não afetam significativamente a

produção. Assim, a terminologia “período crítico” não significa que existe apenas um período de desenvolvimento da planta em que a ocorrência de déficit hídrico reduz a produção. Indica apenas o período onde a falta de água provoca seu maior efeito.

No caso de produção de sementes de hortaliças, o estágio de maturação é destacadamente o menos sensível à falta de água. Dependendo do tipo de hortaliça, os períodos mais sensíveis ocorrem, via de regra, durante as fases de rápido crescimento de folhas, de florescimento e de desenvolvimento de fruto, vagem, bulbo ou raiz de reserva. Em

caso de transplante, o período até o pegamento das mudas é também, em geral, bastante sensível ao déficit hídrico.

Períodos críticos ao déficit de água para algumas hortaliças são apresentados na Tabela 1. Estas informações, apesar de qualitativas, podem auxiliar a tomada de decisão para se determinar o momento das irrigações.

### Evapotranspiração da Cultura

Evapotranspiração da cultura é o termo utilizado para expressar a ocorrência simultânea dos processos de evaporação e de transpiração

**Tabela 1.** Períodos críticos ao déficit de água no solo para algumas hortaliças.

Hortaliça	Período crítico
Abóboras	Florescimento até 50% do desenvolvimento de fruto
Alface	Desenvolvimento de cabeça
Berinjela	Florescimento e desenvolvimento de fruto
Beterraba	Durante os primeiros 60 dias após a semeadura
Brócolos	Desenvolvimento de cabeça
Cebola	Desenvolvimento de bulbo
Cenoura	Germinação até desenvolvimento da raiz de reserva
Espinafre	Durante todo desenvolvimento vegetativo
Couve-flor	Desenvolvimento de cabeça
Ervilha	Florescimento e enchimento de vagem
Feijão-vagem	Florescimento e enchimento de vagem
Grão-de-bico	Florescimento e enchimento de vagem
Lentilha	Florescimento e enchimento de vagem
Melancia	Desenvolvimento de fruto
Melão	Florescimento e desenvolvimento de fruto
Milho-doce	Pendoamento e formação de grãos
Nabo	Desenvolvimento da raiz de reserva
Pepino	Florescimento e desenvolvimento de fruto
Pimentão	Florescimento até 50% do desenvolvimento de fruto
Pimentas	Florescimento até 50% do desenvolvimento de fruto
Quiabo	Florescimento
Rabanete	Desenvolvimento da raiz de reserva
Repolho	Desenvolvimento de cabeça
Tomate	Desenvolvimento de fruto

Obs.: No caso de transplante, também considerar o período de pegamento de mudas como crítico.

Fonte: Adaptado de [Marouelli et al. \(1996\)](#) e [Kemble e Sanders \(2000\)](#).



numa superfície vegetada por uma cultura específica. Devido às dificuldades de ser determinada em condições de campo por meio de medições diretas e exatas, métodos indiretos são utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). Utilizando-se coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>), ajustados para a espécie de interesse, pode-se determinar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) pela relação  $ET_c = K_c \times ET_o$ .

A evapotranspiração de referência pode ser determinada por meio de equações a partir de dados climáticos, como de radiação solar, temperatura, umidade relativa e evaporação de água. Para o manejo de irrigação em tempo real, a evapotranspiração de referência pode ser determinada a partir de equações como a de Penman-Monteith, considerada padrão pela FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), utilizando-se dados climáticos diários e atuais obtidos em estação agroclimatológica ([Figura 8](#)), ou da evaporação do tanque classe A ([Figura 9](#)). Já quando o manejo é realizado com base no estabelecimento de calendários de irrigação, a evapotranspiração de referência deve ser estimada a partir de dados climáticos históricos mensais. Neste caso, além dos métodos de Penman-Monteith e do tanque classe A, pode-se utilizar diferentes equações empíricas disponíveis na literatura, como as de Blaney-Criddle, Hargreaves e Jensen-Haise.

Valores médios de coeficiente de cultura para os diferentes estádios fenológicos das principais hortaliças, para sistemas de irrigação que molham praticamente toda a superfície do solo, são fornecidos na [Tabela 2](#). Em termos gerais, os valores de K<sub>c</sub> variam entre 0,40 e 0,70 durante o estágio inicial, entre 0,65 e 0,85 na metade do estágio vegetativo, entre 0,90 e 1,10 durante o estágio reprodutivo e entre 0,30 e 0,70 no final do estágio de maturação. Sob condições de irrigações diárias por aspersão, em razão da elevada evaporação de água do solo, o coeficiente de cultura pode atingir valores entre 0,90 e 1,10; enquanto para irrigações em dias alternados, varia entre 0,75 e 0,85, sendo o maior valor indicado para solos com maior retenção de água.

Devido à forma de aplicação de água pelos sistemas por gotejamento, onde se molha apenas uma fração da superfície do solo, há uma redução da evaporação do solo e, conseqüentemente, da evapotranspiração da cultura. Isto ocorre especialmente durante os estádios iniciais de desenvolvimento das plantas quando a fração de sombreamento do solo pelas plantas é ainda reduzida. Desta forma, se faz necessário ajustar os valores de K<sub>c</sub> apresentados na [Tabela 2](#) para o caso específico da irrigação por gotejamento. Dentre as relações existentes, a de Keller-Bliesner é a mais indicada para culturas com menor

Foto: Waldir A. Marouelli

**Fig. 8.** Estação agroclimatológica automática.

Foto: Waldir A. Marouelli

**Fig. 9.** Tanque de evaporação tipo classe A.

espaçamento entre plantas, como é o caso das hortaliças. Por esta relação, o coeficiente de cultura para gotejamento ( $Kc_g$ ) é estimado por  $Kc_g = 0,1 P^{1/2} \times Kc$ , onde P é a percentagem de área sombreada ou molhada, prevalecendo o maior valor. Vale enfatizar que o valor de Kc a ser considerado na determinação de  $Kc_g$  durante o estágio inicial deve ponderar a frequência de irrigação a ser adotada, conforme indicado na Tabela 2.

## Manejo da Água de Irrigação

Por manejo de água entende-se a determinação de quando e quanto irrigar. A reposição de água ao solo no momento oportuno e na quantidade adequada envolve o conhecimento de uma série de parâmetros relacionados à planta, ao solo e ao clima.

Para otimizar a produtividade e a qualidade de sementes, as regas devem ser realizadas antes

**Tabela 2.** Valores médios de coeficientes de cultura (Kc) para a produção de sementes de hortaliças, sob irrigação por aspersão e sulco, conforme o estágio de desenvolvimento das plantas.

Hortaliça	Estádio de desenvolvimento			
	Inicial*	Vegetativo	Reprodutivo	Maturação
Abóboras	0,50	0,75	1,00	0,45
Alface	0,70	0,85	1,00	0,45
Aspargo	0,50	0,70	0,95	0,30
Berinjela	0,60	0,85	1,10	0,70
Beterraba	0,50	0,80	1,05	0,65
Brócolos	0,70	0,85	1,05	0,45
Cebola	0,70	0,85	1,05	0,55
Cenoura	0,70	0,85	1,00	0,45
Couve-flor	0,70	0,85	1,05	0,45
Ervilha	0,45	0,80	1,05	0,35
Espinafre	0,70	0,85	1,00	0,60
Feijão-vagem	0,50	0,85	1,05	0,35
Grão-de-bico	0,40	0,70	0,90	0,30
Lentilha	0,40	0,70	0,95	0,30
Melancia	0,45	0,70	1,00	0,70
Melão	0,45	0,75	0,95	0,60
Milho-doce	0,40	0,80	1,10	0,35
Pepino	0,60	0,80	1,00	0,65
Pimentão	0,50	0,80	1,00	0,70
Pimentas	0,50	0,80	1,00	0,70
Rabanete	0,70	0,80	0,90	0,55
Repolho	0,70	0,85	1,00	0,40
Tomate para processamento	0,45	0,65	0,90	0,60
Tomate de mesa	0,50	0,85	1,10	0,70

\* Para regas diárias considerar Kc entre 0,90 e 1,00 e para regas em dias alternados entre 0,75 e 0,85, sendo o maior para solos argilosos.

Fonte: Adaptado de [Marouelli et al. \(1996; 2001\)](#) e [Allen et al. \(1998\)](#).

que a deficiência de água no solo e/ou na planta cause decréscimo nas atividades fisiológicas da planta e reduza a produtividade e/ou qualidade de sementes. Em termos gerais, a avaliação da deficiência de água no solo possibilita maior praticidade e precisão no manejo de irrigação do que a avaliação na planta. Neste caso, mais importante que se avaliar a fração de água disponível no solo é considerar a “força” com que a mesma está retida pela matriz do solo, ou seja, a tensão matricial de água no solo.

A quantidade de água a ser aplicada a cada irrigação deve ser suficiente para que a camada de solo explorada pelas raízes retorne à condição de capacidade de campo, ou seja, deve ser igual àquela utilizada pelas plantas, incluindo as perdas por evaporação e a eficiência da irrigação.

### **Métodos para Manejo de Irrigação**

Existem vários métodos para se determinar quando e quanto irrigar, que vão desde critérios empíricos, geralmente de baixa precisão, até critérios que utilizam processos computacionais e sensores de última geração. Todos apresentam vantagens e desvantagens. O custo, a precisão e a simplicidade de operacionalização dependem do nível de sofisticação do método utilizado.

Métodos que permitem uma melhor precisão no controle da irrigação, como do balanço de água no solo (evapotranspiração), status da água do solo ou combinação destes, baseiam-se no conhecimento das propriedades físico-hídricas do solo, das necessidades hídricas específicas da cultura e/ou dos fatores climáticos associados à evapotranspiração. Tais métodos requerem equipamentos para o monitoramento, em tempo real, do status de água no solo (tensiômetros, blocos de resistência elétrica etc.) e/ou para a estimativa da evapotranspiração da cultura (tanque classe A, termômetros, higrômetros, radiômetros etc.), além de pessoal

qualificado. Informações detalhadas sobre a utilização destes métodos são apresentadas em publicações mais específicas, tais como no livro “Manejo da Irrigação em Hortaliças”, publicado pela Embrapa Hortaliças. Existem no mercado empresas especializadas que já começam a ofertar serviços e programas computacionais para realização do manejo de água em tempo real.

Apesar dos inúmeros métodos existentes, a maioria dos produtores irriga de forma empírica, na maioria das vezes inadequadamente e em excesso, apenas com base em observações visuais de sintomas de deficiência de água na planta e no solo. Tais métodos, mesmo para produtores com experiência, podem predispor à redução de produtividade, maior incidência de doenças e pior qualidade fisiológica e sanitária das sementes, além de menor eficiência no uso de água e nutrientes pelas plantas. As principais razões alegadas para a não adoção de tecnologias apropriadas são que elas são caras, complicadas e trabalhosas.

Um método prático que não requer o uso de equipamentos é o conhecido como calendário de irrigação. O intervalo entre irrigações e a lâmina de água a ser aplicada por irrigação são previamente estabelecidos, para cada estágio de desenvolvimento da cultura, com base em informações sobre a disponibilidade de água do solo e dados históricos de uso de água pelas plantas. Por ser a evapotranspiração da cultura determinada antecipadamente a partir de dados climáticos históricos, este método é menos preciso do que aqueles onde o manejo é realizado em tempo real, já que não considera as variações climáticas atuais.

Uma simplificação do método do calendário de irrigação é apresentada no livro “Irrigação por Aspersão em Hortaliças”, publicado pela Embrapa Hortaliças. Por meio de tabelas é possível estimar, de forma direta, valores de intervalo entre irrigações e de lâmina de irrigação para cada estágio de desenvolvimento

da cultura, conforme as condições climáticas médias da região, textura do solo e profundidade efetiva do sistema radicular da cultura.

### Tensão-Limite de Água no Solo

Por expressar a força com que a água encontra-se retida, a tensão matricial de água no solo exerce um papel importante no processo de absorção da água pela planta, podendo ser utilizada para avaliar, indiretamente, a deficiência de água na planta e indicar o momento de se irrigar.

Na [Tabela 3](#) são apresentadas recomendações de tensão-limite de água no solo para o reinício da irrigação por aspersão e sulco para a produção de sementes de várias hortaliças. Os menores valores devem ser utilizados durante os estádios de desenvolvimento mais sensíveis ao déficit hídrico, conforme indicado na Tabela 1. Além das características e estágio de desenvolvimento da cultura, nota-se que as tensões são dependentes do tipo de solo

e da demanda evaporativa da atmosfera. Vale destacar que as tensões-limite disponibilizadas na Tabela 3 foram ajustadas principalmente a partir de informações disponíveis para a produção de alimentos. Especificamente para produção de sementes, foram utilizadas informações para alface, cebola, cenoura e hortaliças do tipo grão.

Verifica-se que a tensão-limite recomendada para a maioria das hortaliças de frutos carnosos, como melão, pimentas e tomate, varia entre 25 e 50 kPa durante o estágio reprodutivo e entre 70 e 100 kPa durante os estádios vegetativo e de maturação. Para hortaliças de frutos secos, como alface, cenoura e repolho, que para a produção de alimentos são colhidas durante o estágio vegetativo, a tensão-limite geralmente varia entre 20 a 35 kPa durante o estágio vegetativo e entre 70 e 150 kPa durante os estádios reprodutivo e de maturação.

No caso de gotejamento, em razão de não molhar a parte aérea das plantas, de molhar somente uma fração do solo e por ser um

**Tabela 3.** Tensão-limite de água no solo para reinício das irrigações, via por aspersão ou sulco<sup>1</sup>, visando maximizar a produção de sementes de diferentes hortaliças.

Hortaliça	Tensão (kPa) <sup>2</sup>	Hortaliça	Tensão (kPa) <sup>2</sup>
Abóboras	25-70	Melancia	35-150
Alface	25-80	Melão	30-80
Aspargo	50-70	Milho-doce	45-100
Beterraba	50-200	Nabo	25-70
Berinjela	25-50	Pepino	50-100
Brócolos	25-70	Pimentão	25-50
Cebola	20-150	Pimentas	25-50
Cenoura	20-200	Quiabo	50-100
Couve-flor	35-70	Rabanete	25-70
Ervilha	70-200	Repolho	35-70
Feijão-vagem	25-70	Tomate de mesa	30-100
Lentilha	100-400	Tomate para processamento	50-200

<sup>1</sup> Para irrigação por gotejamento considerar, de maneira geral para as diferentes hortaliças, a tensão-limite entre 10 e 40 kPa.

<sup>2</sup> Os menores valores de tensão devem ser utilizados durante os períodos mais críticos ao déficit de água (ver Tabela 1), em especial sob condições de solos arenosos e evapotranspiração alta.

Obs.: 1 kPa tem a mesma grandeza que 1 cbar.

Fonte: Adaptado de [Marouelli et al. \(1996\)](#) e [Kemble e Sanders \(2000\)](#).

sistema fixo, a zona radicular deve ser mantida com maior teor de água do que nos demais sistemas de irrigação. Neste caso, deve-se considerar uma faixa de tensão-limite para reinício da irrigação entre 10 e 40 kPa. Valores menores de tensão-limite devem ser utilizados durante os estádios mais sensíveis ao déficit de água no solo, condições de alta evapotranspiração e solos arenosos.

O tensiômetro ([Figura 10](#)) é um dos sensores mais utilizados para monitorar a tensão de água no solo, permitindo leituras diretas e contínuas na faixa entre zero e 80 kPa. Sua principal desvantagem é o custo elevado e os cuidados necessários. O sensor Irrigas® ([Figura 11](#)), desenvolvido pela Embrapa Hortaliças (para maiores informações, consultar o livro “Sistema Irrigas para Manejo de Irrigação”), oferece potencial para substituir o tensiômetro na indicação do momento da irrigação para algumas hortaliças. Apresenta custo reduzido, baixa manutenção e é de fácil utilização, estando disponível nas versões de 10, 25 e 45 kPa. A desvantagem é que o sensor não indica, de forma quantitativa, a tensão atual de água no solo, mas somente se está abaixo ou acima do valor de referência (10, 25 ou 45 kPa). Existem no mercado outros tipos de sensores, como aqueles baseados em técnicas eletrométricas ([Figura 12](#)), capacitivas e de reflectometria no domínio do tempo (TDR), que podem ser utilizados para a determinação indireta da tensão. Como regra geral, sensores



**Fig. 10** Tensiômetros instalados em campo de produção de sementes de abóbora.

para indicar o momento das irrigações devem ser instalados ao longo da fileira de plantas, entre 10 e 20 cm da planta e/ou gotejador, e entre 35% e 50% da profundidade efetiva das raízes.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 11** Sensor de umidade do solo tipo Irrigas®.

Foto: Waldir A. Marouelli



**Fig. 12** Sensor de umidade do solo tipo eletrométrico.

## Paralisação das Irrigações

Muito embora as hortaliças sejam, na sua maioria, susceptíveis à deficiência de água, irrigações até por ocasião da colheita (última colheita), além de não garantirem incremento de produtividade, geralmente afetam negativamente a qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Isto ocorre principalmente para hortaliças de frutos secos irrigadas por aspersão. Mesmo para os demais tipos de hortaliças, não se faz necessário irrigar até a última colheita, uma vez que o solo é capaz de armazenar água suficiente para suprir a demanda hídrica das plantas por vários dias ou mesmo semanas. Além de permitir a obtenção de sementes de melhor qualidade, paralisar as irrigações em época adequada possibilita minimizar os gastos com água, energia e mão-de-obra.

A época ideal para se paralisar as irrigações depende de vários fatores, tais como espécie de planta, capacidade de retenção de água pelo solo, demanda evaporativa da atmosfera e sistema de irrigação utilizado. Em alface, brássicas, cenoura e cebola, por exemplo, a maturação das sementes é desuniforme em decorrência do período prolongado de antese, o que dificulta ainda mais a decisão quanto ao momento ideal de se paralisar as irrigações.

No Brasil, estudos específicos visando estabelecer a época ideal de paralisação das irrigações para a produção de sementes de hortaliças são disponíveis apenas para cenoura e ervilha. Para irrigação por sulco em solos argilosos de cerrado, maior produtividade de sementes de cenoura pode ser obtida paralisando-se as irrigações quando 40% a 50% das umbelas primárias atingirem a maturação fisiológica, sem qualquer prejuízo à qualidade das sementes produzidas. Para ervilha, recomenda-se que as irrigações por aspersão sejam paralisadas quando 40% a 60% das vagens apresentam-se completamente desenvolvidas, ou seja, entre 20 e 30 dias antes

da colheita. Tal recomendação também pode ser tomada como sugestão para grão-de-bico e lentilha.

Para hortaliças como alface, brássicas, cebola e cenoura, sugere-se que as irrigações por gotejamento sejam paralisadas entre 10 e 20 dias antes da última colheita, sendo o menor valor para solos com menor capacidade de retenção de água e clima quente e seco. Caso a produção de sementes seja por aspersão, as irrigações devem ser paralisadas bem mais cedo, já que este tipo de irrigação molha um maior volume de solo e afeta negativamente a qualidade das sementes.

Em tomate para processamento, verifica-se que a maior produtividade de frutos é obtida paralisando-se as irrigações com 5% a 10% de frutos maduros (25 e 30 dias antes da colheita) no caso de irrigação por aspersão, e entre 75% e 85% de frutos maduros (7 dias antes da colheita) para gotejamento. Em se tratando de produção de sementes, a última irrigação pode ser antecipada entre 5 e 10 dias.

Para hortaliças como berinjela, cucurbitáceas e pimentas, as irrigações podem ser paralisadas entre 10 e 20 dias da última colheita. No caso das abóboras, paralisar ainda mais cedo.

## Considerações Finais

Para as condições brasileiras são escassas as informações sobre irrigação na produção de sementes de hortaliças. Mesmo na literatura estrangeira, estudos específicos são insuficientes. De maneira geral, no entanto, os mesmos princípios gerais aplicados para a irrigação de hortaliças destinadas à produção de alimentos são também recomendados para a produção de sementes.

Um dos principais aspectos que se deve levar em consideração é a questão da qualidade sanitária e fisiológica das sementes, que está

intimamente relacionada à forma com que a água é aplicada às plantas, ou seja, ao sistema de irrigação utilizado. Outro aspecto que deve ser ajustado é aquele relacionado ao ciclo da cultura. Enquanto no sistema de produção de alimentos de algumas hortaliças a colheita é realizada ainda durante o estágio vegetativo ou reprodutivo, no sistema de produção de sementes as plantas permanecem no campo até o final do ciclo. Para tais hortaliças, principalmente, existe carência de estudos que possibilitem um manejo adequado da irrigação a partir do estágio reprodutivo até a colheita das sementes. Neste sentido, procurou-se agregar, à atual circular técnica, experiências práticas e conhecimentos teóricos como forma de suprir, temporariamente, algumas das necessidades específicas de pesquisas na área de irrigação para produção de sementes de hortaliças nas condições tropicais brasileiras.

## Referências Bibliográficas

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 328 p. (Irrigation and Drainage Papers, 56).

CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. **Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 186 p.

DIAS, D. C. F. S. Maturação de sementes de hortaliças. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 5., 2005, Brasília, DF. **Palestras ...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. CD-Rom.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: VanNostrand Reinhold, 1990. 652 p.

KEMBLE, J. K. SANDERS, D. C. **Basics of vegetable crop irrigation**. Auburn: Alabama

Cooperative Extension System, 2000. 5 p. (Bulletin ANR-1169).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2001. 111 p.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; OLIVEIRA, C. A. S. Época de paralisação das irrigações na produção de sementes de cenoura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25 n. 3, p. 229-303, 1990.

MARQUELLI, W. A.; GIORDANO, L. B.; OLIVEIRA, C. A.; CARRIJO, O. A. Desenvolvimento, produção e qualidade da ervilha sob diferentes tensões de água no solo, em dois estádios da cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 7, p. 1041-1047, 1991.

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; GIORDANO, L. B. Paralisação das irrigações em cultivar precoce de ervilha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 12, p. 1769-1773, 1990.

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; SILVA, W. L. C. Manejo da irrigação na fase inicial da produção de sementes de cenoura pelo sistema raiz-semente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, n. 2, p. 13-16, 1988.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; OLIVEIRA, C. A. S. Produção de sementes de cenoura sob diferentes regimes de umidade no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 3, p. 339-343, 1990.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1998. 15p. (Circular Técnica, 11).

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; MORETTI, C.L. Production, quality and water use efficiency of processing tomato as affected by the final irrigation timing. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 226-231, 2004.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: EMBRAPA-CNPH, 1996. 72 p.

OSU (Ohio State University). **Vegetable seed production**: "dry" seeds. Disponível em: <<http://extension.osu.edu/~seedsci/vsp02.html>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

SEXTON, P. S.; CAMPBELL, C.; CROWE, F.; SHOCK, C. **Drip irrigation of seed onions in Central Oregon**: preliminary data on the effect of tape placement. Disponível em: <<http://oregonstate.edu/dept/coarc/dripse.html>>.

Acesso em: 10 ago. 2006.

WEBER, C.; BUTLER, M.; CAMPBELL, C.; HOLLIDAY, B.A.; KLAUZER, J. **Management guide for drip irrigation in Central Oregon**. Oregon: Oregon State University, Extension Service, 2004. 6 p. (EM 8880-E).



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**Circular  
Técnica, 52**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
Embrapa Hortaliças  
Endereço: BR 060 km 9 Rod. Brasília-Anápolis  
C. Postal 218, 70.539-970 Brasília-DF  
Fone: (61) 3385-9105  
Fax: (61) 3385-9042  
E-mail: [sac@cnph.embrapa.br](mailto:sac@cnph.embrapa.br)

1ª edição  
1ª impressão (2007): 500 exemplares

**Comitê de  
Publicações**

Presidente: Gilmar P. Henz  
Secretária-Executiva: Fabiana S. Spada  
Editor Técnico: Flávia A. Alcântara  
Membros: Alice Maria Quezado Duval  
Edson Guiducci Filho  
Milza M. Lana

**Expediente**

Normalização Bibliográfica: Rosane M. Parmagnani

Editoração eletrônica: José Miguel dos Santos