

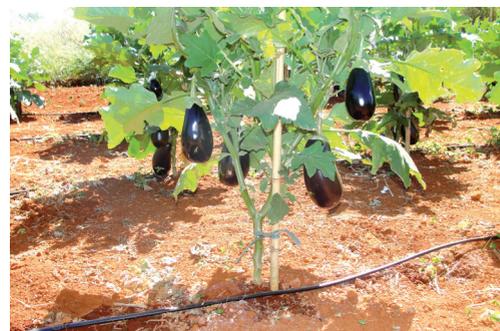
Irrigação na cultura da berinjela

135

**Circular
Técnica**

Brasília, DF
Outubro, 2014

Fotos: Waldir A. Marouelli



Autores

Waldir Aparecido Marouelli
Eng. Agríc., Ph.D.
Irrigação
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF

Marcos Brandão Braga
Eng. Agr., D.Sc.
Irrigação
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF

Henoque Ribeiro da Silva
Eng. Agr., Ph.D.
Irrigação
Embrapa SRI
Brasília, DF

**Cláudia Silva da Costa
Ribeiro**
Eng. Agr., Ph.D.
Genética e Melhoramento
de Plantas
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF

Introdução

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma das hortaliças mais rústicas pertencente à família Solanaceae, dentre as quais se destacam a batata, o pimentão e o tomate. As plantas têm porte arbustivo, com caule semi-lenhoso e ereto e atingem altura entre 100 cm e 180 cm. O sistema radicular é bem desenvolvido, podendo alcançar profundidades acima de 100 cm.

Em torno de 78% da produção nacional de berinjela, estimada em 90 mil toneladas, concentra-se na região Sudeste. São Paulo é o principal estado produtor, sendo responsável por aproximadamente 43% da produção brasileira, seguido de Minas Gerais (20%) e Rio de Janeiro (15%).

A preferência do consumidor brasileiro é por berinjelas de formato mais alongado e de coloração roxo-escuro brilhante. No entanto, o mercado começa a diversificar-se e hoje há demanda, embora muito pequena, por frutos de diferentes tamanhos, formatos e colorações (Figura 1). Encontram-se variedades com frutos grandes, médios e pequenos, de formato alongado, oblongo, arredondado, semi-achatado, cilíndrico e ovalado. Relativo à coloração, existem cultivares de frutos brancos, roxo-escuros, quase pretos, roxos, roxo-claros, mesclados de roxo com branco (zebrinas), rosas e verdes.

As cultivares de frutos arredondados de coloração púrpura ou rosa são conhecidas como berinjelas do tipo italiano, possuem polpa adocicada e poucas sementes. No Estado de São Paulo, por exemplo, estão sendo plantadas



Fotos: Waldir A. Marouelli

Figura 1. Cultivares de berinjela com frutos de diferentes cores, formatos e tamanhos.

em pequena escala cultivares do tipo japonês, que apresentam frutos finos e bem alongados. A berinjela japonesa, também chamada de asiática, é cultivada em estufas e pode ser encontrada nas cores roxa e verde. Berinjelas *babies* e *mini*, cujos frutos são colhidos precocemente e usados principalmente para processamento na forma de conservas, também podem ser encontrados no mercado. As berinjelas de coloração branca também são raras no mercado brasileiro.

Embora a berinjela apresente tolerância moderada à seca, a irrigação é capaz de garantir incrementos significativos de produtividade mesmo em regiões com períodos de estiagem relativamente curtos (5-10 dias). Por outro lado, apesar de apresentar certa tolerância a chuvas constantes, as plantas de berinjela desenvolvem-se melhor em solos bem drenados e profundos, não sujeitos ao encharcamento. Assim, é necessário que as regas sejam feitas de forma correta, evitando-se falta ou excesso, para máximo retorno econômico da atividade produtiva.

Nesta circular técnica são apresentadas recomendações e informações práticas e atualizadas que possibilitam ao leitor estabelecer estratégias eficazes para o manejo de irrigação no cultivo da berinjela.

Sistemas de irrigação

O cultivo de berinjela no Brasil é realizado tradicionalmente em campo aberto, geralmente com o uso da irrigação por aspersão. Em menor escala são adotados os sistemas por sulco e por gotejamento. O maior uso da aspersão deve-se, entre outros fatores, à berinjela ser pouco suscetível às doenças da parte aérea, comparativamente as outras espécies de solanáceas.

Alguns produtores têm adotado o cultivo da berinjela em ambientes protegidos (casas de vegetação), inclusive com cobertura do solo (*mulch*) com lona plástica (filme de polietileno), geralmente de cor preta. Nesse ambiente de cultivo, o sistema por gotejamento é o mais recomendado e usado, pois pode proporcionar ganhos expressivos de produtividade e melhor qualidade de frutos.

A seleção do sistema de irrigação mais adequado para o cultivo da berinjela deve ser realizada com base na ponderação entre vantagens e desvantagens para cada condição específica, levando-se em conta as condições de solo e clima da região, recursos hídricos disponíveis, sistema de cultivo usado, capacidade de investimento do produtor, dentre outros. Em caso de dúvidas, o agricultor deve procurar a assistência técnica para auxiliar na escolha do sistema mais adequado para as condições disponíveis.

Sistemas com problemas de dimensionamento, manutenção e operação fornecem água às plantas de forma desuniforme, prejudicam a produção e favorecem o desperdício de água, energia e nutrientes. Independente do sistema de irrigação a ser adquirido pelo produtor, o melhor rendimento da cultura somente será alcançado quando as irrigações forem feitas com sistemas que propicie maior uniformidade de distribuição e melhor manejo da aplicação da água.

Irrigação por aspersão

Os sistemas convencionais por aspersão (Figura 2) são destacadamente os mais usados entre os produtores de berinjela no Brasil, que se deve à maior praticidade e flexibilidade de uso destes sistemas em pequenas áreas de produção.

Os sistemas de irrigação convencionais são classificados em portátil, semiportátil e fixo, dependendo de como são manejados no campo. Os principais componentes dos sistemas são: conjunto motobomba, linha adutora, linha principal, linhas laterais e aspersores (Figura 3).

No sistema portátil, os componentes são deslocados manualmente na área a ser irrigada. Seu custo inicial de aquisição é relativamente baixo (R\$2-4 mil por hectare), mas requer maior quantidade de mão de obra para as mudanças das tubulações e dos aspersores de posição, com intuito de maximizar o uso dos equipamentos e acessórios e irrigar toda a área. No sistema fixo, nenhum dos componentes do sistema necessita ser movido, o que requer maior quantidade de equipamentos e acessórios e conseqüentemente, aumenta o custo do sistema (R\$6-10 mil por hectare), mas reduz expressivamente o uso de mão de obra. No sistema

semiportátil, as linhas laterais e os aspersores são movidos manualmente, enquanto os demais componentes do sistema permanecem fixos.

Aspersores de impacto de tamanho pequeno e médio, com raio de alcance inferior a 25 m, espaçados de 6 m x 6 m até 18 m x 24 m e operando a pressões de serviço entre 150 kPa e 300 kPa, são os mais usados. Aspersores operando sob tais condições proporcionam, em geral, intensidade de aplicação de água entre 10 mm/h e 30 mm/h e produzem gotas de tamanho médio à grande, sendo tanto maiores quanto maior o diâmetro dos bocais e menor a pressão de serviço.

O uso de espaçamento adequado entre aspersores é básico para que sistemas por aspersão apliquem água às plantas com uniformidade de distribuição aceitável. Como regra geral, o espaçamento deve ser tal que um aspersor seja capaz de jogar água no outro. Tal critério se aplica para condições de vento leve a moderado. Para situações de muito vento devem-se reduzir o espaçamento entre aspersores ou, se possível, usar outro sistema de irrigação.

Para evitar que as plantas interceptem o jato de água dos aspersores, o que prejudica a distribuição de água e pode causar injúrias às próprias plantas, os aspersores devem ser instalados acima da copa da cultura. Outro aspecto de manejo é a taxa de precipitação do sistema de irrigação, que deverá ser sempre menor que a capacidade de infiltração de água pelo solo. A observância dessa característica é importante tendo como intuito não causar perdas de água por escoamento superficial e, conseqüentemente, de solo por erosão.

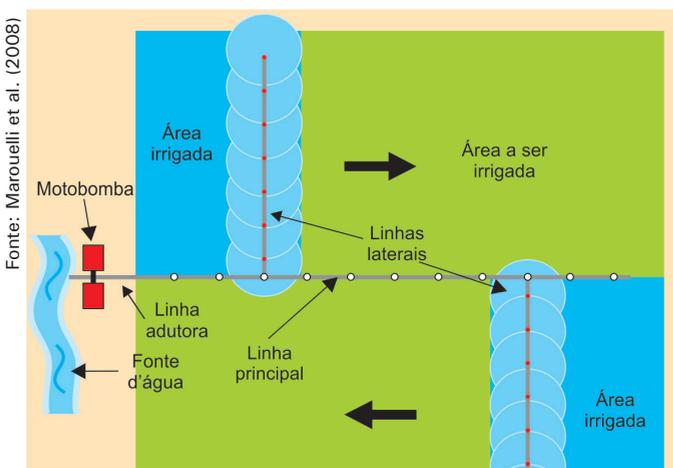
Sistemas convencionais por aspersão também englobam aqueles por microaspersão e com tubos perfurados, quando são dimensionados para molhar toda a superfície do terreno. Microaspersores e tubos perfurados produzem gotas de água de pequeno diâmetro, as quais são mais facilmente transportadas pelo vento.

No sistema com tubos perfurados, a água é distribuída por meio de tubos de polietileno de parede fina, com orifícios na ordem de 0,3 mm ao longo da tubulação e pressão de serviço de 75 kPa a 100 kPa. Para boa distribuição de água na lavoura, considerando que as plantas de berinjela interceptam os jatos de água a partir de certa



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 2. Sistema de irrigação por aspersão convencional, com aspersores de grande porte tipo canhão hidráulico.



Fonte: Marouelli et al. (2008)

Figura 3. Esquema de um sistema de irrigação por aspersão convencional semiportátil, com duas linhas laterais móveis.

idade, os tubos perfurados devem ser instalados entre todas as fileiras de plantas. Visando reduzir custos, mas permitindo-se pequena redução de produtividade, dependendo do tipo de solo e regime de chuvas, os tubos podem ser colocados entre fileiras alternadas.

As principais vantagens dos sistemas por aspersão convencional são a flexibilidade de uso nos mais diferentes tipos de solo, diversas espécies de plantas e topografias de terreno.

A eficiência de irrigação dos sistemas por aspersão convencional varia entre 60% e 75%, podendo atingir 85% em sistemas convencionais fixos bem dimensionados, manejados e em condições de pouco vento.

Irrigação por sulco

O sistema de cultivo de berinjela, geralmente realizado em fileiras espaçadas de 120 cm a 150 cm, associado à arquitetura ereta das plantas, favorece o uso da irrigação por sulco (Figura 4), sobretudo em solos planos e pouco permeáveis (baixa infiltração). É o sistema que requer menor investimento (R\$1,5-3,0 mil por hectare) para ser implantado.

Os sulcos devem ser construídos em terrenos nivelados ou seguindo as curvas de nível da área. Para melhor desempenho do sistema é indicado que testes de campo sejam realizados para determinar o comprimento ideal, a declividade e a vazão de água a ser aplicada em cada sulco. Em geral, quanto mais grossa a textura do solo (mais arenoso), mais curtos devem ser os sulcos, menor sua declividade

e menor a vazão de entrada de água no sulco. Uma estratégia para aumentar a eficiência de irrigação em solos com velocidade de infiltração moderada, onde se inclui até mesmo solos argilosos de cerrado, é a adoção de sulcos com até 20 m de comprimento, declividade entre 0,5% e 1,0% e extremidade oposta do sulco fechada. A tecnologia da irrigação intermitente é outra estratégia de manejo que pode ser usada nesses tipos de solos, a qual permite sulcos de maior comprimento e eficiência de irrigação muito superior à estratégia convencional de fornecimento contínuo de água aos sulcos.

O fornecimento de água para os sulcos pode ser feito com o uso de sifões de plástico ou de polietileno a partir de um canal de distribuição. Muitos produtores fazem o desvio da água para os sulcos com auxílio de enxada, prática que não garante qualquer controle da quantidade de água aplicada e favorece a erosão do solo. A distribuição da água pode ainda ser feita de forma pressurizada por meio de tubos de PVC e mangueiras flexíveis, o que aumenta custos, mas garante maior economia de água.

O sistema por sulco, comparativamente aos demais, apresenta geralmente baixa eficiência de irrigação (40-60%), requer grande quantidade de água e de mão de obra e apresenta maior dificuldade para o manejo da irrigação devido às características inerentes ao próprio sistema.

Adicionalmente às dificuldades típicas que ocorrem quando a irrigação por sulco é inadequada, pode ocorrer outros problemas como a transmissão de doenças causadas por fitopatógenos de solo. Um exemplo típico é a murcha-bacteriana, doença causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum* e que pode ser transmitida a outras plantas por meio da água em movimento ao longo dos sulcos.

Irrigação por gotejamento

O gotejamento (Figura 5) é um sistema atrativo para a irrigação da cultura da berinjela, pois oferece inúmeras vantagens, tais como: economia de água, de energia e de mão de obra; maior uniformidade de aplicação de água; pode ser usado em qualquer tipo de solo e topografia; menor severidade de doenças da parte aérea; facilidade de aplicação de



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 4. Sistema de irrigação por sulco.

fertilizantes via água de irrigação (fertigação) e de automação da irrigação; e maior produtividade.

Se o produtor optar pelo uso do gotejamento, é conveniente que parte dos fertilizantes seja aplicada via fertigação. Nesse caso, a água e fertilizantes são fornecidos diretamente na zona radicular de modo a atender as necessidades das plantas, com ganhos adicionais de produtividade que podem superar 20% em relação ao gotejamento sem fertigação.

Apesar dos inúmeros benefícios do sistema por gotejamento, algumas desvantagens podem limitar a sua escolha e uso no cultivo da berinjela, tais como: a) alto custo de implantação do sistema (R\$6-12 mil por hectare); b) alto custo de manutenção (5-20% do custo do sistema por ano); c) problemas de entupimento de emissores; d) requer mão de obra especializada para seu manejo e manutenção; e) pode favorecer maior ocorrência de doenças de solo, principalmente se utilizado com algum tipo de cobertura de solo.

Quando devidamente instalado e manejado, o sistema por gotejamento proporciona alta eficiência de irrigação (80-95%) e economia de água e de energia na ordem de 20% a 35% em relação à aspersão. Relativo ao sistema por sulco, a economia de água ultrapassa 50%. Desta forma, o sistema pode viabilizar a irrigação em propriedades com baixa disponibilidade de água, sobretudo se usado conjuntamente com algum tipo de cobertura de solo.

De um modo geral, deve ser usada de uma a duas linhas laterais (tubos gotejadores) por fileira de plantas. Em solos com bulbo molhado reduzido,

é normalmente indicado usar duas linhas laterais de gotejadores, uma de cada lado da fileira de plantas (30-50 cm entre laterais). O uso de duas linhas laterais, sob tais condições, possibilita alargamento da faixa de molhamento do solo e, conseqüentemente, maior desenvolvimento lateral das raízes e produtividade de frutos.

Com relação à distância entre gotejadores ao longo da tubulação, maior produtividade de berinjela está associada à formação de uma faixa contínua de molhamento ao longo das fileiras de plantas. Dependendo do tipo de solo, podem-se adotar espaçamentos entre gotejadores de até 50 cm. Para solos arenosos e alguns solos de cerrado, mesmo com teor de argila acima de 50%, a formação de uma faixa molhada somente ocorre com gotejadores espaçados de 20 cm. Para cada tipo de solo, a formação da faixa molhada, ou extensão do bulbo molhado, pode ser estudada localmente com o intuito de se usar o espaçamento mais adequado entre gotejadores.

Os chamados tubos gotejadores são fabricados de polietileno de baixa densidade e já trazem os gotejadores acoplados ao tubo. Estes tubos podem ter diâmetro que varia de 16 mm a 20 mm e espessura de parede de 0,1 mm a 1,2 mm. Os de diâmetro de 16 mm e espessura entre 0,1 mm e 0,4 mm são os mais utilizados na produção de hortaliças, pois apresentam menor custo e são mais fáceis de serem armazenados ao término das colheitas. A vazão típica dos gotejadores varia entre 0,5 L/h e 4,0 L/h, sendo aqueles com vazões entre 1,0 L/h e 2,0 L/h os mais indicados. Gotejadores do tipo autocompensado apresentam pequena alteração de vazão quando submetidos a variações de pressão, permitindo maior uniformidade na distribuição de água, maior comprimento de linhas laterais e maior flexibilidade de uso em terrenos com topografia irregular; apresentam, todavia, custo mais elevado.

Diferentemente das principais doenças da parte aérea, as quais são favorecidas na rega por aspersão, o sistema por gotejamento pode predispor maior ocorrência de doenças de solo, como a murcha-de-verticílio (*Verticillium albo-atrum*), a podridão-de-esclerotínea (*Sclerotinia sclerotiorum*) e a murcha-bacteriana, caso o solo esteja contaminado. Isso ocorre porque durante cada irrigação há formação de uma área de saturação



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 5. Sistema de irrigação por gotejamento, com uma linha lateral de gotejadores por fileira de plantas.

temporária no volume de solo imediatamente abaixo do gotejador, no qual a umidade no solo se mantém elevada por mais tempo e exatamente onde ocorre grande concentração de raízes.

No caso da murcha-bacteriana, por exemplo, o problema é agravado quando a berinjela irrigada por gotejamento é cultivada em solo coberto com lona plástica, tanto em casas de vegetação quanto campo aberto. Nesse sistema de cultivo, a umidade e a temperatura do solo permanecem por mais tempo elevadas, principalmente na camada de solo com maior concentração de raízes, o que torna o ambiente mais favorável à multiplicação e à infecção das plantas pela bactéria. No Distrito Federal, tem-se verificado que a cobertura do solo com lona plástica preta acarreta acréscimo médio na temperatura do solo, a 10 cm de profundidade, de 2,5°C, comparativamente à mesma condição sem cobertura.

Necessidades de água da cultura

Similarmente a outras solanáceas, o ciclo fenológico da berinjela não segue o modelo clássico de muitas outras espécies de plantas em que o mesmo é dividido em quatro estádios distintos (inicial, vegetativo, formação da produção e maturação). Isso em razão dos frutos serem colhidos antes da maturação e por existir, ao mesmo tempo, ramos de plantas com flores, com frutos em desenvolvimento e com frutos prontos para serem colhidos. Assim, dependendo da cultivar, das condições de cultivo e, principalmente, da sanidade das plantas, o ciclo de cultivo, que normalmente varia entre 100 dias e 130 dias, pode se estender por períodos de até cinco ou mais meses.

Para fins didáticos e de manejo da água de irrigação, o ciclo de cultivo da berinjela pode, então, ser dividido nos estádios: inicial – transplante até o pleno pegamento de mudas (7-10 dias); vegetativo – pegamento de mudas até o florescimento; formação da produção – florescimento até a antepenúltima colheita; final – antepenúltima até a última colheita. Adicionalmente e antes de se transportar a cultura para o campo, tem-se a fase de formação de mudas.

O déficit de água no solo é particularmente prejudicial à berinjela durante o estádio de formação

da produção, pois provoca o abortamento de flores e de frutos e reduz o crescimento de frutos. A baixa disponibilidade de água no solo também é limitante no período entre o transplante e o estabelecimento pleno de mudas (estádio inicial).

Além de reduzir a produtividade, a falta de água durante o estádio de formação da produção deprecia a qualidade de frutos, seja por favorecer má formação durante a fertilização, desigualdade de formatos e tamanhos, podridão apical ou sabor amargo. Adicionalmente, as condições de déficit hídrico, principalmente quando associadas ao calor e à alta incidência de radiação solar, podem acarretar problemas de escaldadura de frutos devido à redução da cobertura foliar.

O excesso de água no solo, por outro lado, também pode afetar negativamente a produção por favorecer condições de aeração inadequada ao bom desenvolvimento das plantas, principalmente das raízes, e a incidência de doenças de solo. Solos com excesso de umidade prejudicam a cultura principalmente durante os estádios inicial e vegetativo. Logo, deve-se evitar o plantio em solos muito argilosos, especialmente aqueles com drenagem inadequada, assim como irrigações em excesso. Além disso, água e nitrogênio em excesso, sobretudo em condições de alta temperatura, favorece o crescimento vegetativo exuberante das plantas em detrimento da produção, pois prejudica a floração e a frutificação. Não menos importante, a aplicação de excesso de água favorece a lixiviação de nutrientes, destacadamente nitrogênio e potássio, abaixo das raízes.

A necessidade total de água da cultura de berinjela depende essencialmente das condições climáticas, duração do ciclo da cultura e dos sistemas de cultivo e de irrigação adotados, variando de 450 mm a 750 mm. A necessidade de água engloba a água transpirada pelas plantas e a água evaporada do solo, sendo denominada evapotranspiração da cultura (ETc).

Para efeito de manejo da água de irrigação, a ETc é determinada a partir da evapotranspiração de uma cultura hipotética ou, simplesmente, evapotranspiração de referência (ETo). Para tal, são usados coeficientes de cultura (Kc), os quais incorporam as características da cultura de interesse e são variáveis ao longo do ciclo das plantas

($ET_c = ETo \times K_c$). Vários outros fatores podem afetar a magnitude de K_c , como a frequência de irrigação, a fração de molhamento da superfície do solo e uso de cobertura sobre o solo. Como sugestão, valores médios de K_c são listados na Tabela 1 para as condições de irrigação por aspersão e sulco, sem cobertura do solo, e por gotejamento sem e com cobertura do solo com lona plástica não transparente, conforme o estágio de desenvolvimento da cultura.

A ETo pode ser estimada por diversos métodos disponíveis na literatura, com destaque para o de “FAO Penman-Monteith”, considerado método padrão. Na ausência das informações climáticas necessárias para que seja empregada, dados de evaporação de um tanque de evaporação do tipo USWB classe A (Figura 6) podem ser usados mediante o uso de coeficientes específicos de ajuste (K_p). Para maiores informações sobre o cálculo de ETo , em tempo real, o leitor deve procurar por publicações específicas.

Métodos de manejo da água de irrigação

As irrigações na cultura da berinjela, assim como nas demais hortaliças, são geralmente feitas sem nenhum critério técnico que garanta o fornecimento adequado de água às plantas. As regas são normalmente feitas em excesso, mesmo em regiões com baixa disponibilidade de água, a partir de observações visuais da umidade na superfície do



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 6. Tanque de evaporação do tipo USWB classe A, com poço tranquilizador e micrometro de gancho, para medição da evaporação de água.

solo e/ou da aparência das plantas, utilizando-se estratégia similar ao adotado em outras culturas ou com base na experiência prática de produtores vizinhos. Esse manejo impróprio geralmente acarreta redução de produtividade, além de desperdício de água, energia e nutrientes, por exemplo.

A reposição da água ao solo no momento e na quantidade corretos envolve parâmetros relacionados à planta, ao solo e ao clima. Existem vários métodos que podem ser usados pelo produtor para determinar quando e quanto irrigar, alguns simples e outros complexos e de alto custo.

Métodos simples de manejo, como o calendário de irrigação e o tato-aparência, são apresentados a seguir e podem ser usados com vantagens por

Tabela 1. Coeficiente de cultura (K_c ¹) para berinjela, conforme o estágio de desenvolvimento das plantas, sistema de irrigação e uso de cobertura do solo (*mulch*) com lona plástica preta.

Estádio	Aspersão / sulco	Gotejamento	Gotejamento + <i>mulch</i>
Inicial	0,80-0,90 ²	0,65-0,75 ³	0,20-0,25
Vegetativo	0,75-0,85	0,65-0,75	0,45-0,55
Formação da produção	1,00-1,10	0,95-1,05	0,90-0,95
Final	0,85-0,90	0,80-0,85	0,75-0,80

Inicial: transplante até pegamento de mudas (7-10 dias).

Vegetativo: pegamento de mudas até o florescimento.

Formação da produção: florescimento até antepenúltima colheita.

Final: antepenúltima até a última colheita.

¹ Menores valores são para condições de alta umidade relativa do ar, vento fraco e/ou estresse hídrico, nutricional, doença ou ataque inseto-praga.

² Para turno de rega ($TR \leq 1$ dia, usar K_c de 1,10; $TR \geq 3$ dias, usar K_c de 0,50 a 0,60.

³ Para TR de 2 dia, usar K_c de 0,55 a 0,60; $TR \geq 3$ dias, usar K_c de 0,35 a 0,40.

Obs.: durante a fase de produção de mudas, considerar K_c de 1,10.

Fonte: adaptado de Allen et al. (1998) e Marouelli et al. (2011).

produtores com pouca ou nenhuma experiência em irrigação. Métodos mais precisos requerem avaliação em tempo real da tensão de água no solo e/ou da ET_c , o que demanda equipamentos e pessoal treinado. Dentre os diferentes métodos práticos apresentados nesta circular, destaca-se o uso de sensores do tipo Irrigas[®], que possibilita um manejo preciso da água de irrigação e pode ser usado com facilidade pelo próprio produtor.

Método da aparência visual da planta

Muitos produtores tentam definir o momento de irrigar com base na observação da aparência visual de deficiência de água na planta, sobretudo o murchamento das folhas (Figura 7). Em geral, o sintoma de murcha ocorre somente quando as plantas são submetidas à deficits hídricos que podem comprometer a produtividade. Em outras condições, como em solos arenosos, temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, sintomas de murcha podem ocorrer mesmo quando existe água em abundância no solo, sobretudo nas primeiras horas da tarde.

O sintoma de murcha das folhas é, portanto, um indicador pouco sensível e confiável para indicar o momento de se irrigar, além de não possibilitar a determinação da lâmina de água necessária a ser aplicada a cada irrigação. De qualquer forma, se usado para indicar quando irrigar, a observação do sintoma de murcha deve ser feita no período final da manhã (10-11hs), não se devendo irrigar se o solo apresentar condições de alta umidade.

Foto: Waldir A. Marouelli



Figura 7. Sintoma visual de murcha de folhas de berinjela resultante de limitações no provimento de água do solo para a planta.

Método do calendário de irrigação

O método do calendário de irrigação ou turno de rega pré-calculado consiste em determinar de forma antecipada turnos de regas (intervalo entre irrigações) e lâminas de irrigação para cada estágio de desenvolvimento da cultura em função das condições climáticas históricas médias na região, do tipo de solo e da profundidade efetiva do sistema radicular (profundidade na qual se concentra cerca de 80% das raízes), sem a necessidade do uso de equipamento.

Por usar valores históricos de ET_c , esse método é *menos preciso* que aqueles para manejo em tempo real, como, por exemplo, o que utiliza sensores Irrigas[®] e é apresentado a seguir. O método do calendário de irrigação, que tem melhor precisão em regiões áridas e semiáridas ou durante estações secas, é indicado principalmente para pequenos produtores que não dispõem de recursos técnicos e financeiros para usar outros métodos.

Um procedimento simplificado para o manejo da água de irrigação na cultura da berinjela, baseado no uso de tabelas (Tabelas 2 e 4), é apresentado passo a passo a seguir, podendo ser usado para irrigação por aspersão, sulco ou gotejamento.

Passo 1: Determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c).

Determinar, na Tabela 2 (aspersão/sulco) ou Tabela 3 (gotejamento), a ET_c (mm/dia) para cada estágio da cultura, a partir de dados médios mensais históricos de temperatura e umidade relativa do ar (refere-se à média ocorrida entre o período diurno e noturno). Verificar, conforme observação apresentada no “passo 4”, que a ET_c determinada para o estágio inicial poderá requerer ajuste dependendo da frequência de irrigação.

Dados climáticos podem ser obtidos junto ao serviço de assistência técnica local ou estimados em mapas de normais climatológicas disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMT).

Passo 2: Determinação da profundidade efetiva radicular.

A profundidade efetiva das raízes da cultura deve ser determinada para cada estágio da cultura e

Tabela 2. Evapotranspiração da cultura (mm/dia) da berinjela irrigada por aspersão ou sulco, conforme o estágio da cultura e média histórica diária (24 horas) de temperatura e umidade relativa do ar (UR_m) da região.

UR_m (%)	Temperatura (°C)								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	Estádios inicial¹ ou final								
40	4,7	5,1	5,7	6,2	6,8	7,3	8,0	8,6	9,3
50	3,9	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,2	7,7
60	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,2
70	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6
80	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,7	2,9	3,1
90	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
	Estádio vegetativo								
40	4,4	4,8	5,3	5,8	6,4	6,9	7,5	8,1	8,7
50	3,7	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7	7,3
60	2,9	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8
70	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7	4,0	4,4
80	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9
90	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5
	Estádio de formação da produção								
40	5,7	6,4	7,0	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6	11,4
50	4,8	5,3	5,8	6,4	7,0	7,6	8,2	8,8	9,5
60	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6
70	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7
80	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8
90	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9

Inicial: transplante até pegamento de mudas (7-10 dias).

Vegetativo: pegamento de mudas até o florescimento.

Formação da produção: florescimento até antepenúltima colheita.

Final: antepenúltima até a última colheita.

¹ Valores de ETc (estádio inicial) para turno de rega (TR) de 2 dias; para $TR \leq 1$ dia, aumentar a ETc em 30%; para $TR \geq 3$ dias, reduzir a ETc em 30%.

Obs.: valores intermediários podem ser obtidos por interpolação linear.

Fonte: adaptado de Marouelli & Silva (2006) e Marouelli et al. (2008).

local de cultivo, pois é altamente afetada pelas condições de solo e de manejo. A abertura de uma trincheira perpendicular à fileira de plantas permite avaliar visualmente a profundidade de solo onde se concentram cerca de 80% das raízes.

A profundidade efetiva das raízes da berinjela geralmente varia de 5 cm a 15 cm durante o estágio inicial, de 15 cm a 30 cm durante o estágio vegetativo, de 30 cm a 50 cm durante o estágio de formação da produção e de 40 cm a 50 cm durante o estágio final, podendo chegar a 60 cm em solos profundos, férteis e bem drenados. Esses valores são indicativos e devem ser usados com cautela e bom senso.

Passo 3: Determinação da textura do solo.

Determinar a textura do solo a partir de sua classe textural, conforme a seguir:

- Textura grossa: classes texturais areia, areia franca e franco-arenoso; inclui solos com capacidade de retenção de água da ordem de 0,5 mm/cm de solo.
- Textura média: classes texturais franco, franco-siltoso, franco-argilo-arenoso e silte; inclui solos com capacidade de retenção de água da ordem de 1,2 mm/cm de solo.

Tabela 3. Evapotranspiração da cultura¹ (mm/dia) da berinjela irrigada por gotejamento, conforme o estágio da cultura e média histórica diária (24 horas) de temperatura e umidade relativa do ar (UR_m) da região.

UR _m (%)	Temperatura (°C)								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	Estádios inicial ² e vegetativo								
40	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6
50	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4
60	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1
70	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8
80	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5
90	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
	Estádio de formação da produção								
40	5,5	6,1	6,7	7,3	8,0	8,6	9,4	10,1	10,9
50	4,6	5,0	5,5	6,1	6,6	7,2	7,8	8,4	9,1
60	3,7	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,2	6,7	7,3
70	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,4
80	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6
90	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8
	Estádio final								
40	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,1	7,7	8,3	9,0
50	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	7,0	7,5
60	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,1	5,6	6,0
70	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5
80	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
90	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

Inicial: transplante até pegamento de mudas (7-10 dias).

Vegetativo: pegamento de mudas até o florescimento.

Formação da produção: florescimento até antepenúltima colheita.

Final: antepenúltima até a última colheita.

¹ Para solo parcialmente coberto (*mulch*) com lona plástica, reduzir a ETc em 40-50% no estágio inicial, 25-30% no vegetativo e 5-10% nos estádios de formação da produção e final.

² Valores de ETc (estádio inicial) para turno de rega (TR) ≤ 1 dias; para TR de 2 dia, reduzir a ETc em 20%; para TR ≥ 3 dias, reduzir a ETc em 45%.

Obs.: valores intermediários podem ser obtidos por interpolação linear.

Fonte: adaptado de Marouelli & Silva (2006).

- Textura fina: classes texturais franco-argilo-siltoso, franco-argilo, argila arenosa, argila siltosa, argila e muito argiloso; inclui solos com capacidade de retenção de água da ordem de 2,0 mm/cm de solo.

Considerar que muitos solos argilosos de cerrado (textura fina) caracterizam-se pela elevada estabilidade estrutural (formação de agregados maiores) devido à atuação dos óxidos de alumínio e de ferro e matéria orgânica. Para fins de retenção de água e uso deste procedimento, tais tipos de solo devem ser considerados como de textura média.

Passo 4: Determinação do turno de rega (TR).

Determinar, na Tabela 4, o TR (dias) em função do sistema de irrigação, ETc, textura do solo e profundidade efetiva de raízes, para cada estágio da cultura.

No caso específico do estágio inicial, o TR deve ser estimado na Tabela 4 para uma profundidade efetiva radicular de 10 cm. Se o TR for diferente de dois dias, quando se irriga por aspersão e sulco, ou maior que um dia, quando se irriga por gotejamento, a ETc durante o estágio inicial determinada no

Tabela 4. Turno de rega (dias) para a cultura da berinjela, conforme a evapotranspiração da cultura, profundidade de raízes, textura de solo e sistema de irrigação.

ETc (mm/dia)	Profundidade efetiva de raízes								
	10 cm			30 cm			50 cm		
	Textura			Textura			Textura		
	Grossa ¹	Média ²	Fina ³	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
Aspersão e Sulco									
1	3	5	8	8	16	24	--	--	--
2	2	3	4	4	8	12	7	14	20
3	1	2	3	3	5	8	5	9	13
4	1	1	2	2	4	6	3	7	10
5	1	1	2	2	3	5	3	5	8
6	2xdia	1	1	1	3	4	2	4	7
7	2xdia	1	1	1	2	3	2	4	6
8	3xdia	1	1	1	2	3	2	3	5
9	--	--	--	1	2	3	1	3	4
10	--	--	--	1	2	2	1	3	4
11	--	--	--	1	1	2	1	2	4
Gotejamento									
1	1	2	3	2	5	8	--	--	--
2	2xdia	1	1	1	3	4	2	4	7
3	2xdia	1	1	1	2	3	1	3	4
4	3xdia	2xdia	1	1	1	2	1	2	3
5	4xdia	2xdia	2xdia	2xdia	1	2	1	2	3
6	4xdia	3xdia	2xdia	2xdia	1	1	1	1	2
7	4xdia	3xdia	2xdia	3xdia	1	1	2xdia	1	2
8	--	--	--	3xdia	1	1	2xdia	1	2
9	--	--	--	3xdia	2xdia	1	2xdia	1	1
10	--	--	--	4xdia	2xdia	1	2xdia	1	1

¹ Classes texturais: areia, areia franca, franco arenoso.

² Classes texturais: franco, franco siltoso, franco argilo-arenoso, silte.

³ Classes texturais: franco argilo-siltoso, franco argiloso, argila arenosa, argila siltosa, argila, muito argiloso.

Obs.1: muitos solos argilosos de cerrado (textura fina) caracterizam-se pela elevada estabilidade estrutural e moderada capacidade de retenção de água, devendo ser considerados, para uso desta tabela, como de textura média.

Obs.2: valores intermediários podem ser obtidos por interpolação linear.

Fonte: adaptado de Marouelli & Silva (2006) e Marouelli et al. (2008).

“passo 1” deverá ser recalculada com base nas observações exibidas no rodapé da Tabela 2 (aspersão/sulco) ou Tabela 3 (gotejamento).

Passo 5: Cálculo da lâmina de água real necessária por irrigação (LRN).

Determinar a LRN (mm) pela expressão: $LRN = TR \times ETc$. No caso de ocorrência de chuva, deve-se postergar a data da irrigação ou descontar a precipitação efetiva (parte da chuva que fica disponível no solo para as plantas).

Passo 6: Avaliação da eficiência de irrigação (aspersão e gotejamento).

A eficiência de irrigação deve ser avaliada em campo, pois depende do dimensionamento hidráulico, da manutenção e das condições de operação do sistema. Valores frequentemente medidos no campo são menores que aqueles previstos em projetos.

Não dispondo de informações reais da eficiência do sistema usado, sugere-se considerar de 55% a 65% para aspersão convencional portátil, 60% a 70%

para convencional semiportátil, 65% a 80% para convencional fixo e 75% a 90% para gotejamento. As maiores eficiências são para sistemas operando em condições adequadas. Não é incomum encontrar sistemas operando com eficiências inferiores às relatadas.

Passo 7: Cálculo da lâmina de água total necessária por irrigação (LTN).

A LTN (mm), para berinjela irrigada por aspersão e gotejamento, é calculada por: $LTN = 100 \times LRN/E_i$, em que E_i (%) é a eficiência de irrigação. Para irrigação por sulco não se faz necessário determinar a lâmina total.

Passo 8: Cálculo do tempo de irrigação (T_i).

Para sistemas por aspersão convencional, T_i (min) é determinado por: $T_i = 60 \times LTN/I_a$, em que I_a é a intensidade de aplicação de água (mm/h). A intensidade de aplicação pode ser obtida no catálogo técnico do aspersor ou em testes de campo quando os aspersores apresentam sinais de desgastes ou as características técnicas dos mesmos são desconhecidas.

Na irrigação por gotejamento, T_i (min) pode ser determinado por: $T_i = 60 \times LTN \times S_L \times S_g/Q_g$, onde S_L é o espaçamento entre linhas laterais de gotejadores (m), S_g o espaçamento entre gotejadores na lateral (m) e Q_g a vazão do gotejador (L/h).

Na irrigação por sulco, o tempo de irrigação deve ser suficiente para a água atingir o final do sulco mais o tempo (de oportunidade) necessário para aplicar a LRN. O tempo de oportunidade (T_o , min) pode ser estimado por: $T_o = LRN/(Q_i - Q_f) \times L_s \times S_s$, onde Q_i é a vazão no início do sulco (L/min), Q_f a vazão no final do sulco (L/min), L_s o comprimento do sulco (m) e S_s o espaçamento entre sulcos (m).

Método do tato-aparência

Alguns produtores decidem o momento de irrigar suas lavouras a partir de observações visuais da umidade do solo, mas, geralmente, apenas na camada superficial. Esta avaliação não fornece, em regra, interpretação confiável sobre a real necessidade de irrigação, exceto durante o estágio inicial.

Uma precisão minimamente aceitável sobre a necessidade de se irrigar a cultura da berinjela é alcançada amostrando-se o solo entre 30% e 50% da profundidade efetiva das raízes e interpretando qualitativamente a disponibilidade de água no solo na zona radicular das plantas. A amostragem do solo deve ser realizada ao longo da fileira de plantas (10-30 cm da planta) e em pelo menos três pontos representativos da área, usando-se, preferencialmente, um trado do tipo meia-cana com cerca de 20 cm de diâmetro (Figura 8). A menor distância em relação à planta deve ocorrer em solos arenosos e/ou quando as raízes da berinjela são ainda pouco desenvolvidas. Caso se irrigue por gotejamento, a amostragem deve ocorrer entre 10 cm e 25 cm do emissor.

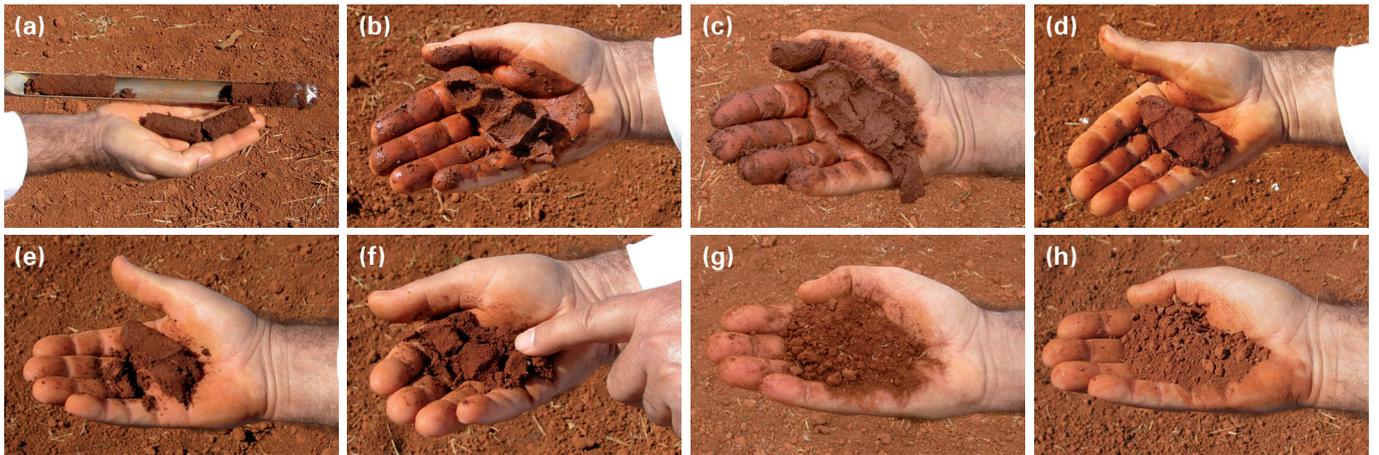
Um guia prático e interpretativo que possibilita ao usuário estimar a água disponível no solo (AD), e, conseqüentemente, a necessidade de irrigação, por meio de observações da consistência (tato) e da aparência visual do solo (Figura 9), é apresentado na Tabela 5.

No caso da cultura da berinjela, sugere-se irrigar quando a *água disponível no solo* estiver entre 50% e 75% para irrigação por aspersão e por sulco e entre 75% e 100% para irrigação por gotejamento. Todavia, durante o estágio vegetativo, quando as plantas são mais tolerantes à falta de água e se deseja favorecer maior aprofundamento das raízes, considerar a faixa de água disponível de 25% a 50% para aspersão e sulco e de 50% a 75% para gotejamento.



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 8. Trado tipo meia-cana para a amostragem e avaliação da disponibilidade de água no solo.



Fotos: Waldcir A. Marouelli

Figura 9. Avaliação da água disponível (AD), pelo método da consistência (tato) e aparência visual, em um solo de textura média: a) coleta da amostra com trado; b) condição de saturação; c) 100% de AD (capacidade de campo); d) 75-50% de AD (úmido); e) 50-75% de AD (moderadamente úmido); f) 25-50% de AD (moderadamente seco); g) 0-25% de AD (seco); h) 0% de AD (ponto de murcha permanente).

Tabela 5. Guia prático para estimativa da água disponível no solo (AD), conforme a textura, consistência e aparência visual do solo.

AD (%)	Textura			
	Grossa	Moderadamente grossa	Média	Moderadamente fina e Fina
0 – 25	Seco, solto, escapa entre os dedos	Seco, solto, escapa entre os dedos	Seco, por vezes formando torrão que raramente se conserva	Duro, esturricado, às vezes com grânulos soltos na superfície
25 – 50	Seco, não forma torrão	Sinais de umidade, mas não forma torrão	Forma torrão, algo plástico, mas com grânulos	Maleável, formando torrão
50 – 75	Seco, não forma torrão	Tende a formar torrão que raramente se conserva	Forma torrão, algo plástico, que às vezes desliza entre os dedos ao ser comprimido	Forma torrão que desliza entre os dedos na forma de lâmina ao ser comprimido
75 – 100	Tende a se manter coeso; às vezes, forma torrão, que se rompe facilmente	Forma torrão que se rompe facilmente e não desliza entre os dedos	Forma torrão muito maleável que desliza facilmente entre os dedos	Ao ser comprimido, desliza entre os dedos na forma de lâmina escorregadiça
100 (CC ¹)	Ao ser comprimido, não perde água, mas umedece a mão	Ao ser comprimido, não perde água, mas umedece a mão	Ao ser comprimido, não perde água, mas umedece a mão	Ao ser comprimido, não perde água, mas umedece a mão

⁽¹⁾ CC = capacidade de campo.

Obs.1: o solo deve ser amostrado na camada equivalente a 30-50% da profundidade radicular efetiva.

Obs.2: o torrão se forma comprimindo-se fortemente um punhado de solo com a mão.

Obs.3: o solo desliza entre os dedos polegar e indicador ao ser comprimido e esfregado entre os dedos.

Obs.4: muitos solos argilosos de cerrado (textura fina) caracterizam-se pela elevada estabilidade estrutural (formação de agregados maiores), devendo ser considerados, para uso desta tabela, como de textura média.

Fonte: adaptado de Irrigation... (1959) e Marouelli et al. (2011).

Para usuários que não dispõem de informações sobre a capacidade de retenção de água do solo predominante em sua área de produção, nem mesmo de ordem prática, a lâmina de irrigação pode ser estimada por: $LTN = (A_{FD} \times Z \times f_{Am})/E_i$, em que A_{FD} é a quantidade de água facilmente disponível no solo (mm/cm), Z a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (mm) e f_{Am} a fração de área molhada do solo pelo sistema de irrigação (decimal). Valores de A_{FD} , em função da percentagem de água disponível no solo (AD), são apresentados na Tabela 6. Para irrigação por aspersão e até mesmo para sulco considerar f_{Am} igual a unidade, enquanto para gotejamento deve ser avaliada no próprio local de cultivo (0,4-0,6), pois varia em função do tipo de solo e número de linhas laterais de gotejadores usados por fileira de plantas.

Método simplificado da tensão com o uso de Irrigas®

A tensão de água é uma característica do solo que representa a força com que a água está retida ao solo. Quanto maior a umidade do solo menor a tensão com que a água está retida e mais fácil

de ser usada pelas plantas. Por outro lado, quanto menor a umidade do solo maior a tensão com que a água está retida e, por conseguinte, mais difícil seu uso pelas plantas. A tensão-limite é a força com que determinada espécie consegue retirar água do solo sem afetar os processos metabólicos; portanto, é uma característica da planta e varia entre as espécies e depende de fatores, como do sistema de irrigação, do estágio de desenvolvimento e do tipo de solo.

Para maior produtividade deve-se irrigar a cultura da berinjela quando a tensão atingir entre 20 kPa e 40 kPa para solos de textura grossa (arenosos) e entre 30 kPa e 50 kPa para solos de textura média e fina, sendo os menores valores aplicados para o estágio vegetativo. Para irrigação por gotejamento, considerar a faixa de tensão-limite entre 10 kPa e 25 kPa.

A medição da tensão de água no solo pode ser feita com diferentes tipos de sensores.

Tensiômetros (Figura 10) são os sensores mais frequentemente usados por produtores em todo o mundo para o manejo de água das culturas.

Entretanto, apresentam alto custo, há necessidade

Tabela 6. Quantidade média de água facilmente disponível no solo (A_{FD}), conforme a textura, percentagem de água disponível (AD) e tensão de água no solo no momento da irrigação.

	Textura		
	Grossa ¹	Média ²	Fina ³
AD (%)	A_{FD} (mm/cm)		
75-100	0,10	0,15	0,25
50-75	0,20	0,45	0,75
25-50	0,35	0,75	1,25
0-25	0,45	1,25	1,75
Tensão (kPa)	A_{FD} (mm/cm)		
10	0,15	0,22	0,25
15	0,20	0,32	0,45
20	0,23	0,42	0,60
25	0,25	0,48	0,70
30	0,28	0,54	0,80
40	0,33	0,66	0,90
50	0,35	0,72	1,00

¹ Classes texturais: areia, areia franca, franco arenoso.

² Classes texturais: franco, franco siltoso, franco argilo-arenoso, silte.

³ Classes texturais: franco argilo-siltoso, franco argiloso, argila arenosa, argila siltosa, argila, muito argiloso.

Obs.: muitos solos argilosos de cerrado (textura fina) caracterizam-se pela elevada estabilidade estrutural e moderada capacidade de retenção de água, devendo ser considerados, para uso desta tabela, como de textura média.

Fonte: adaptado de Marouelli (2008), Marouelli & Calbo (2009) e Marouelli et al. (2011).

de treinamento do usuário e frequentemente apresentam problemas de funcionamento, mesmo quando adequadamente instalados e mantidos.

O Irrigas® (Figura 11), diferentemente do tensiômetro, é um sensor simples, de baixo custo (20-40% do valor do tensiômetro), de fácil operação, de boa precisão e que praticamente não requer manutenção. O sensor foi desenvolvido pela Embrapa e está disponível comercialmente nas versões de 15 kPa, 25 kPa e 40 kPa.

A decisão de quando irrigar deve ser feita com base na leitura diária de sensores Irrigas® (Figura 12) instalados entre 30% e 50% da profundidade radicular efetiva, em pelo menos três locais representativos da área (estações de controle). Os sensores devem ser posicionados ao longo da fileira de plantas, entre 10 cm a 30 cm da planta, sendo a menor distância para solos arenosos e/ou



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 12. Avaliação da tensão de água no solo com sensores Irrigas® em lavoura de berinjela irrigada por gotejamento.

plantas jovens. Caso se irrigue por gotejamento, instalar entre 10 cm e 25 cm do emissor.

Nas estações de controle devem-se instalar sensores Irrigas® com tensão de referência próxima da tensão-limite de água no solo recomendada para a cultura. Para lavouras de berinjela irrigadas por aspersão ou por sulco, por exemplo, recomenda-se usar sensores Irrigas® de 25 kPa; durante o estágio vegetativo e para solos de textura fina, com alta capacidade de retenção de água, pode ser vantajoso usar o sensor de 40 kPa, sobretudo em áreas com histórico de doenças de solo. Para gotejamento, o controle deve ser feito com Irrigas® de 15 kPa, sendo o de 25 kPa indicado durante o estágio vegetativo e solos de textura fina (exceto os de cerrado).

A quantidade de água a ser aplicada a cada irrigação é função da capacidade de retenção de água pelo solo e da profundidade efetiva radicular das plantas. Para produtores que não dispõem de informações sobre a retenção de água do solo em sua propriedade, a lâmina de irrigação pode ser estimada a partir dos dados de água facilmente disponível (A_{FD}) apresentados na Tabela 6, usando-se da mesma equação apresentada no método do "tato-aparência". Informações sobre as características de retenção de água no solo, que são específicas para cada tipo de solo, podem ser determinadas por laboratórios de análise física de solos.

Sensores Irrigas® de 25 kPa, instalados entre 100% e 120% da profundidade efetiva, possibilitam ao produtor ajustar, de forma interativa, a lâmina

Foto: Waldir A. Marouelli



Figura 10. Tensiômetros, com vacuômetros metálico tipo Bourdon, instalados em lavoura de berinjela para avaliação da tensão de água no solo.

Foto: Waldir A. Marouelli



Figura 11. Sensor do tipo Irrigas® para avaliação da tensão de água no solo, incluindo cuba e frasco transparente de leitura.

de água aplicada a cada irrigação. Devem ser instalados nas mesmas estações de controle dos sensores destinados a indicar o momento de se irrigar. Leituras de tensão inferiores a 25 kPa é indicativo que a lâmina de irrigação deve ser reduzida.

Maiores informações sobre manejo de água com sensores Irrigas® podem ser obtidas na Circular Técnica 69, publicada em 2009 pela Embrapa Hortaliças (www.cnpq.embrapa.br/paginas/bbeletronica/versaomodelo/html/2009/ct/ct_69.shtml).

Particularidades do manejo de irrigação

Existem particularidades que devem ser observadas e consideradas para que a irrigação seja realizada de forma adequada ao longo de todo o ciclo de cultivo da berinjela, independente do método usado para determinar quando e quanto irrigar. Assim, estratégias específicas de manejo devem ser levadas em consideração, por exemplo, no momento do transplante e visando o bom pegamento de mudas, quando o cultivo é realizado em solo com cobertura plástica (*mulch*) ou em casas de vegetação ou ainda quando da ocorrência ou do risco potencial de doenças ou de salinização do solo.

Manejo durante a fase de formação de mudas

O cultivo de berinjela no Brasil é feito quase que totalmente com o uso de mudas, as quais geralmente são preparadas em bandejas. O substrato usado deve ser desinfetado para evitar a ocorrência do tombamento e podridão-do-colo, doenças causadas por diversos fungos de solo, como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp, *Phytophthora* spp.

Durante a formação de mudas, as irrigações são geralmente feitas por aspersão, seja com microaspersores, mangueira com bico de regador ou regador manual com crivos finos. O importante é não usar jatos de água ou gotas de grosso calibre para não arrancar as sementes, retirar substrato da bandeja ou prejudicar as mudas.

Da semeadura até o transplante das mudas (25-30 dias) as irrigações devem ser leves e frequentes a fim de garantir a formação de mudas de boa qualidade. Em geral, são requeridas de uma a quatro irrigações diárias, as quais devem ser feitas, quando possível, nas horas de temperatura mais amena. Deve-se irrigar antes que as plântulas apresentarem qualquer sintoma visual de deficiência hídrica, devendo as regas ser mais frequente quanto maior a temperatura e menor a umidade relativa do ar, menor a capacidade de armazenamento de água pelo substrato e maior o tamanho das mudas.

A quantidade de água a ser aplicada por irrigação depende do tipo e da quantidade de substrato em cada célula da bandeja. Deve ser suficiente para dar início ao escoamento de água na parte inferior da bandeja, mas não acarretar perda de água superior a 10% da quantidade total aplicada.

A produção de mudas em sementeiras e em copinhos de papel ou descartáveis, que já foi bastante usada pelos agricultores, está hoje restrita a pequenos produtores. No que se refere à irrigação, o manejo é bem mais fácil, pois as mudas se desenvolvem em ambientes que podem armazenar maior quantidade de água que em uma simples célula de bandeja contendo substrato. De um modo geral, as regas devem ser diárias e o manejo de água pode ser semelhante ao indicado a seguir para o estágio inicial.

Manejo durante o estágio inicial de pegamento de mudas

Para se reduzir o estresse das mudas por ocasião do transplante e facilitar o pegamento, as mudas devem ser transplantadas em solo previamente irrigado (úmido), quando estiverem com três a cinco folhas definitivas (25-30 dias após a semeadura). Em dias muito quentes e secos, deve-se optar por realizar o transplante no final da tarde após a climatização das mudas a céu aberto.

A lâmina de água a ser aplicada antes do transplante deve ser suficiente para elevar a umidade, na camada de solo até 30 cm de profundidade, até a capacidade de campo (solo quando comprimido mostra evidência de umidade). Dependendo do tipo e da umidade inicial do solo, aplicar lâmina líquida de água de 10 mm a 20 mm,

para solos de textura grossa, a 20 mm a 50 mm, para os de texturas média e fina.

Ao se colocar as mudas no solo úmido deve-se comprimir levemente o solo ao redor das mesmas com auxílio das próprias mãos e realizar uma irrigação leve (7-15 mm) logo a seguir. Isso é fundamental para melhorar o contato do solo com as raízes e garantir alta taxa de pegamento de mudas, principalmente em solos contendo torrões e/ou que receberam adubação orgânica ou verde.

Durante o estágio inicial, observações visuais de sintomas de murcha das folhas e, principalmente, da umidade na camada superficial do solo são fundamentais para o estabelecimento do regime de irrigação. Em geral, as irrigações devem ser leves e frequentes, geralmente em dias alternados, diariamente ou mesmo, no caso do gotejamento, duas vezes por dia, procurando-se manter a umidade na camada superficial do solo (0-10 cm) próxima à capacidade de campo até o pleno estabelecimento das mudas. Uma estimativa do turno de rega pode ser feita na Tabela 4 considerando profundidade de raízes de 10 cm. Pelo método do tato-aparência para avaliação da umidade do solo (Tabela 5), irrigar quando a água disponível no solo (AD) atingir entre 75% e 100%.

Apesar das mudas recém-transplantadas serem sensíveis à falta de água, o excesso favorece a ocorrência de doenças de solo, como o tombamento e a podridão-do-colo. Portanto, nunca se deve irrigar excessivamente, sobretudo em solos pesados, com grande capacidade de retenção de água ou com problemas de drenagem.

No caso de se irrigar por gotejamento, os tubos gotejadores devem ser inicialmente posicionados de 5 cm a 15 cm das plantas, dependendo do tipo de solo, visando melhor pegamento e desenvolvimento inicial das mudas. Posteriormente, devem ser afastados (15-30 cm) de forma a não desenvolver pontos de saturação junto ao colo das plantas e posteriores problemas de doenças.

Na irrigação por sulco as mudas devem ser plantadas na inclinação lateral dos sulcos, dentro da faixa molhada, para que não sofram falta de água. Nunca devem ser plantadas no fundo dos sulcos para não prejudicar o movimento da água e favorecer doenças de solo.

A partir do pegamento das mudas (início do estágio vegetativo), as regas devem ser mais espaçadas e a lâmina de água aplicada por irrigação maior, em razão do crescimento das raízes. Nessa fase, a prática de submeter as plantas a déficits hídricos moderados favorece o aprofundamento das raízes e melhor exploração de água e nutrientes do solo das plantas quando adultas.

Manejo visando minimizar problemas de doenças

Muito embora a berinjela seja uma planta rústica e muito menos suscetível a doenças que outras hortaliças da família das Solanaceae, o produtor deve ter em mente que irrigações em excesso favorecem a disseminação, a multiplicação e o início do processo infeccioso de uma série de doenças, como a murcha-de-verticílio (*Verticillium albo-atrum*), uma das principais doenças da berinjela, a murcha-bacteriana e a podridão-de-esclerotínea (*Sclerotinia sclerotiorum*). Assim, o manejo adequado de irrigação, evitando principalmente excessos, deve ser considerado como medida efetiva de controle integrado de doenças da berinjela.

É interessante considerar que, muitas vezes, o excesso de água não acarreta ocorrência imediata de doenças. O excesso de água, associado a outros tratamentos culturais realizados de forma inadequada, faz com que a quantidade de inóculo aumente gradativamente a cada cultivo, até o momento em que a doença passa a causar perdas significativas de produção. Após atingir esse estágio, a área de cultivo pode tornar-se economicamente inviável para a produção de berinjela e de muitas outras hortaliças.

Deve-se considerar ainda que doenças podem ocorrer mesmo em condições em que a irrigação é manejada corretamente. Assim, em condições de alta infestação de patógenos de solo e/ou visando diminuir a propagação de doenças favorecidas pelo excesso de água, sugere-se aumentar o intervalo entre irrigações em 25% a 50% e/ou reduzir a lâmina de água aplicada (tempo de irrigação) de 20% a 30%. Os maiores percentuais devem ser aplicados quando ocorrerem doenças para as quais não há agrotóxicos registrados e eficientes de controle. Em outras palavras, os danos causados pela ocorrência de doenças podem ser, em determinadas situações, maiores do que aqueles provocados por déficits hídricos moderados.

Doenças da parte aérea, como a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e a mancha-de-alternária (*Alternaria solani*), são favorecidas pelo molhamento foliar. Se tais doenças forem problema na região e as regas são feitas por aspersão, o produtor deve reduzir ao máximo a frequência entre irrigações e irrigar apenas nos horários mais quentes e secos do dia (10-15hs), de forma que as folhas sequem mais rapidamente. No entanto, se há ocorrência intensa de orvalho, a preferência seria irrigar no momento que as plantas já se encontram molhadas pelo orvalho, eliminando-se o efeito aditivo do tempo de molhamento.

Doenças podem também se espalhar na lavoura pela água de irrigação, caso esteja contaminada por patógenos. Fontes, especialmente aquelas onde a água permanece parada (represas e demais reservatórios), podem receber água de escoamento superficial de lavouras adjacentes com plantas doentes. O escoamento superficial da água de chuva ou irrigação em campo infectado por bactérias patogênicas, por exemplo, pode contaminar a fonte de água para irrigação. Portanto, o conhecimento da origem e da qualidade da água é de fundamental importância para minimizar tais riscos.

Adicionalmente às dificuldades típicas que ocorrem quando a irrigação por sulco é inadequada, outros problemas como a transmissão de doenças causadas por fitopatógenos de solo podem ocorrer. Um exemplo típico é a murcha-bacteriana, que pode ser transmitida a outras plantas a partir do inóculo de uma planta doente por meio da água em movimento ao longo do sulco.

Manejo em cultivos com uso de cobertura sobre o solo (*mulch*)

O uso de cobertura sobre a superfície do solo com lona de plástica, principalmente na cor preta (Figura 13), é uma prática usada na produção de hortaliças, principalmente em pequenas áreas de produção. Nesse caso, o sistema de irrigação por gotejamento é o mais recomendado. Dentre as principais vantagens destacam-se: proteção do solo contra o impacto das gotas de água da chuva e da irrigação por aspersão, reduzindo a compactação e a erosão do solo; maior conservação de água no solo, resultante da menor evaporação; melhoria no



Foto: Waldir A. Marouelli

Figura 13. Lavoura de berinjela irrigada por gotejamento em solo parcialmente coberto com lona de plástica preto (*mulch*).

controle de plantas invasoras; e menor amplitude térmica no solo.

A redução na perda de água por evaporação em lavouras de berinjela com o uso de cobertura do solo com lona plástica é expressiva, podendo variar de 5% a 30%. Durante o estágio inicial ocorre redução no valor de K_c e, conseqüentemente, de ET_c em torno de 50%, enquanto durante o estágio final a redução pode superar 5% (Tabela 1). No caso de cobertura do solo com palhada, a redução de ET_c é cerca de 50% daquela verificada no uso de lona plástica.

A lâmina de água a ser aplicada a cada irrigação, quando se usa algum tipo de cobertura sobre o solo, deve ser a mesma que quando cultivada em solo sem cobertura. O que altera no manejo é o intervalo entre irrigação. Como a quantidade de água que o solo pode armazenar permanece praticamente inalterada e ocorre redução na ET_c da berinjela, a frequência de irrigação será menor comparada ao solo sem cobertura. No caso particular de o produtor dispor de água apenas em dias específicos da semana, deve-se optar então por manter a frequência de irrigação e reduzir a lâmina de água aplicada.

Manejo visando minimizar problemas de salinidade

A água de irrigação, principalmente em regiões áridas e semiáridas, pode conter quantidades

excessivas de sais, causar a salinização gradativa do solo e prejudicar o desenvolvimento e a produtividade da cultura de berinjela, que é moderadamente sensível à salinidade. Isso ocorre em razão do aumento da salinidade do solo dificultar a absorção de água pelas raízes, devido ao aumento do valor absoluto do potencial osmótico do solo, além da presença de íons como o cloreto e o boro causar toxidez às plantas.

Para condições com risco de salinidade – condutividade elétrica da água (CEa) acima de 1,0 dS/m – deve-se aplicar certa quantidade de água em adição à lâmina de irrigação determinada para repor a umidade do solo, visando manter o balanço adequado de sais na zona radicular da cultura. A fração mínima de água para a lixiviação dos sais, permitindo-se uma redução máxima de 10% na produtividade de berinjela, pode ser estimada por $LR = CEa / (17 - CEa)$, quando se irriga por aspersão ou sulco, ou por $LR = 0,02 \times CEa$, para gotejamento, onde LR é a fração de lixiviação mínima requerida (decimal) e CEa a condutividade elétrica da água de irrigação (dS/m).

Em caso de suspeita de água ou solo salino, sugere-se que o produtor procure um técnico para avaliar o teor de sais presentes na água e recomendar estratégias apropriadas de manejo.

Além de se aplicar uma quantidade adicional de água para lixiviar os sais, existem outras estratégias para prevenir ou minimizar problemas de salinidade, tais como: adoção de práticas que aumentem a infiltração e reduzam a evaporação de água do solo; implantação de sistema de drenagem artificial para retirada do excesso de sais da área; uso de sistema de irrigação por gotejamento ou por sulco, em detrimento da aspersão; redução do intervalo entre irrigações, visando manter o solo mais úmido por mais tempo; e uso de cultivares mais tolerantes à salinidade.

Manejo em cultivos conduzidos em casas de vegetação

O cultivo de berinjela em casas de vegetação é uma tecnologia viável no Estado de São Paulo, assim como nos demais estados da região Sul. Tem sido usada pelos produtores principalmente

como estratégia para a proteção contra o frio, pois a berinjela necessita de temperaturas elevadas durante todo seu ciclo de cultivo.

No cultivo em casas de vegetação (Figura 14), a regas são normalmente feitas por gotejamento e, por impedir a entrada de chuva, não há molhamento das plantas, desfavorecendo doença de parte aérea. Por outro lado, as doenças que atacam o sistema radicular da berinjela, como a murcha-de-verticílio, se tornam mais relevantes devido ao uso intensivo do solo.

O cultivo em casas de vegetação, mesmo quando água de boa qualidade é usada, também favorece a salinização do solo, especialmente em razão do uso excessivo de fertilizantes e por impedir a entrada de chuva e, conseqüente, não lixiviar o excesso de sais dos fertilizantes usados. Nesse caso, a condutividade elétrica da água e, principalmente, da solução do solo deve ser avaliada periodicamente. Solos com condutividade elétrica do extrato de saturação a partir de 1,5 dS/m já devem merecer atenção, enquanto condutividades acima de 3,5 dS/m acarretaram perdas de produtividade de berinjela superior a 10%.

A solução de problemas de proliferação de patógenos e salinização do solo em casas de vegetação é geralmente um processo difícil e oneroso, devendo se prevenir para que não ocorram. Para tal, é muito importante que a irrigação e a fertirrigação sejam manejadas corretamente, evitando a aplicação de excesso de água e de fertilizantes, e dotando-se, por exemplo, esquemas eficientes de rotação de culturas.



Figura 14. Cultivo de berinjela em ambiente protegido (casa de vegetação) com irrigação por gotejamento.

Fertigação

Fertigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação, sendo apropriado para uso em sistemas por aspersão e, principalmente, por gotejamento. Independente do sistema, o fornecimento de fertilizantes via irrigação somente deve ser realizado quando o sistema apresentar uniformidade de aplicação de água acima de 80%.

Pela facilidade de aplicação, os fertilizantes podem ser fornecidos de forma parcelada e em pequenas quantidades ao longo do ciclo de cultivo da berinjela, de modo a atender as necessidades das plantas. O parcelamento permite manter o nível de fertilidade no solo próximo ao requerimento da cultura, possibilitando incrementos de produtividade e minimizando as perdas de nutrientes por lixiviação.

Os nutrientes mais comumente aplicados via fertigação são aqueles de maior solubilidade e mobilidade no solo, como o nitrogênio e o potássio. Como principais fontes de nitrogênio e de potássio têm-se ureia, nitrato de amônio e nitrato de potássio, nitrato de cálcio, sulfato de amônia, sulfato de potássio e cloreto de potássio não ferroso. Não se deve aplicar fertilizantes com impurezas ou de baixa solubilidade, pois além de sobrecarregar o sistema de filtragem podem causar entupimentos de gotejadores e danos ao sistema de irrigação.

O fósforo, o cálcio e os demais macro e micronutrientes devem ser fornecidos preferencialmente em pré-plantio, via adubação convencional no sulco de plantio. A aplicação de tais nutrientes via fertigação, além de muitas vezes não ser economicamente compensadora, pode causar obstrução de gotejadores. A fertigação com fósforo via gotejamento pode, no entanto, proporcionar melhor rendimento da cultura de berinjela em solos com teor de fósforo inferior a 20 mg/dm³, arenosos e/ou com baixo teor de matéria orgânica. A fertigação com cálcio em berinjela irrigada por gotejamento é recomendada apenas em condições onde haja ocorrência de podridão apical. Se houver necessidade de fornecer fósforo e/ou cálcio via água de irrigação, eles devem ser injetados separadamente um do outro ou de qualquer outro fertilizante, sendo, em alguns casos, necessário acidificar a água de irrigação (pH 4,0 a 5,0) para que não precipitem.

Independente do nutriente a ser aplicado via fertigação, parte da quantidade total recomendada deve ser fornecida via adubação convencional em pré-plantio. Tal estratégia é necessária para a formação de uma reserva de nutrientes no solo e um bom desenvolvimento inicial das plantas. Ademais, os tempos de irrigação durante as duas primeiras semanas de desenvolvimento das plantas de berinjela são reduzidos, o que dificulta a realização de fertigações. Para solos com boa fertilidade sugere-se aplicar em pré-plantio entre 10% e 20% da quantidade total do nitrogênio e do potássio a ser fornecido à cultura. Para solos de baixa fertilidade, a quantidade deve ser maior, podendo chegar a 40%.

A fertigação das quantidades restantes de nitrogênio e potássio deve ser parcelada, geralmente semanalmente, com início na terceira semana após o transplante e término cerca de duas semanas antes da última colheita. Para maior facilidade operacional, podem-se fornecer as mesmas quantidades de fertilizantes a cada fertigação, muito embora a demanda nutricional das plantas varie ao longo do ciclo de cultivo. O esquema de parcelamento apresentado na Tabela 7 é uma aproximação da demanda da berinjela, sendo indicado principalmente para solos arenosos. No caso do fósforo e do cálcio, as fertigações, quando necessárias, podem ser feitas a cada duas ou três semanas.

Os principais dispositivos para a injeção de fertilizantes na água de irrigação são os do tipo Venturi (Figura 15), tanque de diferencial de pressão e bomba injetora (diafragma, pistão e centrífuga). Qualquer que seja o dispositivo usado, os fertilizantes devem ser totalmente solubilizados antes de ser injetado na tubulação de irrigação. A solução a ser injetada não deve conter sobrenadantes e precipitados para minimizar problemas de entupimento.

A solução fertilizante deve começar a ser aplicada somente após o sistema de irrigação estar totalmente pressurizado, devendo ser finalizada antes do final da irrigação para permitir a lavagem do sistema e melhor incorporação dos nutrientes ao solo. Uma prática usual é somente irrigar durante o primeiro quarto do tempo total de irrigação, injetar a solução fertilizante no segundo e terceiro quartos e irrigar no último quarto.

Tabela 7. Sugestão de quantidade relativa (%)¹ de nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P) e cálcio (Ca) a ser aplicada via fertirrigação ao longo do ciclo de cultivo da berinjela.

Nutriente	Período relativo ao ciclo da cultura (%) ²									
	Plantio ³	10	20	30	40	50	60	70	80	90
N	20	0	5	10	15	15	15	15	5	0
K	30	0	5	10	15	15	15	10	0	0
P ⁴	50	0	5	5	10	10	10	5	5	0
Ca ⁴	V = 70% ⁵	0	5	15	20	20	20	15	5	0

¹ % a ser aplicada via fertirrigação relativo ao total recomendado; para Ca, a % refere-se apenas ao total a se aplicado via fertirrigação.

² % do ciclo total da cultura (ex.: 30% equivalem ao 39º dia em um ciclo de 130 dias).

³ % a ser aplicada de forma convencional em pré-plantio, relativo ao total recomendado.

⁴ Aplicar via fertirrigação somente quando estritamente necessário.

⁵ Aplicar a quantidade necessária de Ca para que a saturação de bases atinja 70%.

Fonte: adaptado de Bar-Yosef (1999), Chen et al. (2002) e Hochmuth & Smajstrla (2003).

Foto: Waldir A. Marouelli



Figura 15. Dispositivo do tipo Venturi para injeção de solução fertilizante na tubulação de irrigação, instalado após a motobomba e antes do filtro de água.

Referências

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

BAR-YOSEF, B. Advances in fertigation. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 65, p.1-77, 1999.

CHEN; N. C.; KALB, T.; TALEKAR; N. S.; WANG, J. F.; MA, C. H. **Suggested cultural practices for eggplant.** Shanhua, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center, 2002. 8 p (AVRDC Training Guide).

HOCHMUTH, G. J.; SMAJSTRLA, A. G. **Fertilizer application and management for micro (drip)-irrigated vegetables.** Gainesville: University of Florida/Institute of Food and Agricultural Sciences, 2003. 33 p. (IFAS Extension. Circular, 1181)

IRRIGATION on western farms. Washington, DC: Soil Conservation Service, 1959. 53 p. (Agricultural Information Bulletin, 199).

MAROUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).

MAROUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas®.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 69).

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, Á. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. Berinjela: a importância de se irrigar bem. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, RJ, v. 109, n. 658, p. 22-24, 2006.

MAROUELLI, 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.** 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150 p.

**Circular
Técnica, 135**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na
Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
C. Postal 218, CEP 70.351.970 – Brasília-DF
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
E-mail: sac@embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2014): 1.000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Warley Marcos Nascimento
Editor Técnico: Ricardo Borges Pereira
Supervisor Editorial: George James
Secretária: Gislaíne Costa Neves
Membros: Mariane Carvalho Vidal, Jadir Borges
Pinheiro, Fábio Akiyoshi Suinaga, Ítalo
Moraes Rocha Guedes, Carlos Eduardo
Pacheco Lima, Marcelo Mikio Hanashiro,
Caroline Pinheiro Reyes, Daniel Basílio
Zandonadi

Expediente

Normalização bibliográfica: Antonia Veras
Editoração eletrônica: André L. Garcia