

Oferta precisa

Irrigar na hora certa e na medida exata da necessidade da planta consiste em um dos principais segredos para o sucesso na produção de hortalças. Aplicar água além do necessário é nocivo, pois além do desperdício, do maior uso de energia para o bombeamento, regas em excesso comprometem a produção, favorecem maior ocorrência de doenças e perdas de nutrientes por lixiviação. Tensiômetros são importantes aliados para que se consiga obter resultados positivos com a irrigação



As hortalças apresentam, em geral, baixa tolerância ao déficit hídrico. Plantas que murcham esporadicamente têm a produtividade reduzida, enquanto as que murcham frequentemente, sobretudo por longos períodos, podem ter a produção seriamente comprometida. Por serem exigentes em água e apresentarem sistema radicular superficial, são frequentemente cultivadas com o uso da irrigação.

A irrigação é rotineiramente realizada de forma empírica, geralmente com aplicação de mais água que o necessário. Além do desperdício de água e, conseqüentemente, do maior uso de energia para o bombeamento, regas em excesso comprometem a produção, pois favorecem maior ocorrência de doenças e perdas de nutrientes por lixiviação.

Irrigar no momento apropriado e na quantidade certa, juntamente com a escolha do sistema de irrigação mais apropriado, é um dos principais segredos para o sucesso da produção de hortalças.

Tensiômetros são sensores utilizados para indicar o momento apropriado de se irrigar. Medem a “força” com que a água é retida pelo solo (tensão matricial), que afeta a absorção de água pelas plantas. Também fornecem informações que possibilitam estimar a quantidade (lâmina) de água a ser aplicada a cada irrigação.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O tensiômetro consiste de um tubo rígido contendo água, uma cápsula de cerâmica porosa conectada à sua extremidade inferior, que permite a troca de água entre o tubo tensiométrico e o solo, e uma tampa em sua extremidade superior,



Tensiômetros com vacuômetro metálico e tensiômetros de punção e tensímetros analógico e digital

para a manutenção do equipamento. Quando o solo está seco, uma porção da água deixa o tensiômetro, através da cápsula, para o solo, formando um vácuo parcial em seu interior. O vácuo é medido por um vacuômetro acoplado na extremidade superior do tubo ou por um vacuômetro portátil. Após a lavoura ser irrigada, a água do solo úmido retorna para o tubo tensiométrico pela ação do vácuo formado no interior do tubo durante a condição de solo seco.

Os principais modelos de tensiômetros são os com vacuômetros metálicos e os de punção. As unidades de medida dos vacuômetros são, geralmente, expressas em kPa, cbar e cmH_2O , sendo que $1\text{kPa} = 1\text{cbar} = 10,2\text{cmH}_2\text{O}$.

Tensiômetros com vacuômetro metálico são mais práticos, pois a leitura de tensão é feita diretamente no equipamento, mas têm maior custo unitário. Os de punção não dispõem de vacuômetro acoplado, sendo as leituras de tensão realizadas com auxílio de um vacuômetro portátil (digital ou analógico), conhecido como tensímetro. O tensiômetro de punção utiliza uma tampa de borracha por onde é introduzida a agulha do tensímetro no momento da leitura. Devido ao custo do tensímetro digital, bastante variável em função de sua qualidade e precisão, esse tipo de tensiômetro somente é viável quando se for usar acima de 8-15 tensiômetros. O tensímetro analógico apresenta custo menor, porém a precisão é inferior. Tensiômetros com vacuômetro de mercúrio, apesar de precisos, são de mais difícil instalação e operação e, por usarem mercúrio metálico, são menos seguros do ponto

de vista ambiental.

Tensiômetros permitem leituras até cerca de 80kPa. Mesmo cobrindo apenas parte da água disponível no solo (40%-70%), são recomendados para o controle de irrigação na grande maioria das hortaliças (Tabela 1).

O SOLO COMO RESERVATÓRIO DE ÁGUA

O solo tem a capacidade de armazenar água em seus poros, fornecendo-a às plantas na medida de sua necessidade. Como qualquer reservatório, tem capacidade limitada, que depende das características de suas partículas e da profundidade explorada pelas raízes. Se a água for aplicada em excesso, parte será perdida por drenagem profunda, com conseqüente arraste de nutrientes abaixo das raízes.

Nem toda a água armazenada no solo está disponível para as plantas de maneira similar. À medida que o solo seca, mais difícil se torna para as raízes extrair água. Por outro lado, reservatório cheio não garante bom desenvolvimento das plantas. Nesse caso, ainda que a água esteja livremente disponível (tensão próximo a zero), pode saturar grande parte dos espaços porosos do solo, comprometendo a aeração e prejudicando o funcionamento ótimo das raízes e a produtividade.

PREPARO DE TENSÍMETROS

Antes de instalados, os tensiômetros devem ser devidamente preparados para evitar problemas de funcionamento. Recomenda-se a

realização de escorva do tensiômetro (retirada do ar presente nos poros da cápsula porosa) e o reparo de possíveis pontos de entrada de ar, já que o equipamento funciona com pressão negativa (vácuo).

INSTALAÇÃO DE TENSÍMETROS

Os cuidados na seleção do local e na instalação de tensiômetros são importantes para a boa qualidade das leituras de tensão obtidas. Devem ser instalados em pelo menos três pontos representativos da área a ser irrigada (estações de controle). Evitar locais onde possa acumular água ou haver plantas com problemas de crescimento.

Em cada estação de controle, os tensiômetros devem ser instalados em duas profundidades, um a 40%-50% da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura – profundidade onde se concentra cerca de 80% das raízes – e outro no limite inferior das raízes. O tensiômetro mais raso é utilizado para indicar o momento de se irrigar, enquanto o mais profundo fornece informações se a lâmina de irrigação é excessiva ou insuficiente.

O tensiômetro mais raso deve ser instalado, em geral, entre 10cm-25cm e o mais profundo entre 25cm-50cm. Considerar o maior valor durante as fases de formação da produção e final ou para condições e/ou hortaliças com sistemas radiculares mais profundos.

Os tensiômetros (raso e profundo) devem ser instalados lado a lado, ao longo na linha de plantio, a 10cm-25cm da planta. Em gotejamen-



Saturação de tensiômetros em recipiente com água

to, instalar a 10cm-25cm do gotejador.

LEITURA DE TENSÍÔMETROS E CONTROLE DE IRRIGAÇÃO

As leituras dos tensiômetros devem ser feitas diariamente no início da manhã. Para condições onde possa haver necessidade de mais de uma rega por dia (solos arenosos, clima quente e seco e regas por gotejamento), realizar uma segunda leitura no início da tarde.

A fim de não alterar as características do solo e prejudicar o crescimento das plantas, evitar pisoteio nas estações de controle. As leituras devem ser anotadas em uma ficha de controle mensal, contendo informações sobre a cultura,



Bomba de vácuo manual, tipo seringa hospitalar, para manutenção de tensiômetros

data de plantio e área irrigada. Na ficha também deve ser apontada a intensidade de chuvas e irrigações. Para melhor visualização dos dados e planejamento das irrigações futuras, as tensões médias das estações de controle podem ser colocadas em um gráfico.

As irrigações devem ser realizadas quando a média das leituras dos tensiômetros rasos for próxima da tensão-limite recomendada para a horta de interesse (Tabela 1).

A lâmina de água por irrigação pode ser determinada a partir da leitura média dos tensiômetros rasos quando se dispõe da equação ou curva de retenção de água do solo. Caso não se tenha tal curva, a lâmina pode ser ajustada, por tentativa, a partir das leituras diárias dos tensiômetros rasos e profundos. Nesse caso, sugere-se irrigar o suficiente para que a tensão nos tensiômetros rasos seja reduzida para 5kPa-10kPa e nos profundos



Evaporação de água através de cápsula porosa visando identificar os problemas

permaneça entre 15kPa-25kPa. A lâmina será considerada insuficiente se a tensão nos tensiômetros rasos, 1-4 horas após a irrigação, for maior que 10kPa e/ou se perceber que a tensão nos tensiômetros profundos começar a aumentar a cada irrigação. Nesses casos, indica-se aumentar o tempo de irrigação em 10%-25% e observar o comportamento dos tensiômetros nas próximas irrigações. A irrigação será considerada excessiva se a tensão nos tensiômetros profundos for inferior a 15kPa. Nesse caso, é importante reduzir o tempo de irrigação em 10%-25%.

MANUTENÇÃO DE TENSÍÔMETROS

É normal que surja uma pequena câmara sem água na extremidade superior do tensiômetro à medida que o solo vai secando. Isso se deve ao vácuo formado com a saída de água

ETAPAS PARA O PREPARO

Realizar uma inspeção visual, observando se as conexões entre a cápsula, o vacuômetro e a tampa com o tubo não apresentam pontos de entrada de ar.

- Remover a tampa e encher o tubo com água de boa qualidade.

- Colocar o tensiômetro destampado em um recipiente de água, de modo que a cápsula e parte do tubo fiquem submersas, e deixe por dois-quatro dias.

- Com auxílio de uma bomba de vácuo conectada na parte de cima do tubo, succionar água através da cápsula até cessar a subida de

bolhas de ar. Uma seringa tipo hospitalar (≥ 20 ml) pode ser utilizada para promover vácuo.

- Completar o tubo com água e fechar a tampa.

- Pendurar o tensiômetro (cápsula para baixo) ao ar livre por algumas horas para que a água evapore através da cápsula.

- Quando o vacuômetro indicar pelo menos 50kPa, submergir a cápsula em água. Caso a leitura não reduzir rapidamente (< 1 min) para 0-5kPa, o tensiômetro deve ser revisado para eliminar problemas de vazamento.



Tabela 1 - Tensões-limite de água no solo para diferentes hortaliças, conforme o sistema de irrigação

Hortaliça	Tensão (kPa) ¹		
	Aspersão	Sulco	Gotejo
Acelga, agrião ² , aipo (salsão), alcachofra, alface, alho, almeirão, beralha, cebola, cebolinha, chicória, coentro, endívia, espinafre, morango, mostarda, rabanete, rúcula, salsinha, taro (Colocasia)	10-20	20-30	10-20
Abóbora, abobrinha, alho-porro, aspargo, batata, berinjela, beterraba, brócolos, cenoura, chuchu, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, ervilha-torta, feijão-caupi-verde, inhame (cará), jiló, mandioquinha-salsa, maxixe, melancia, melão, moranga, nabo, pimenta, pimentão, repolho, soja-verde, vagem	20-40	25-45	15-25
Batata-doce, ervilha-verde, mandioca, milho-doce, milho-verde, pepino, quiabo, tomate rasteiro, tomate tutorado	40-70	50-70	20-40
Ervilha-seca, grão-de-bico, lentilha	70-2003	70-2003	40-70

¹ Menores valores para fases mais sensíveis à falta de água; ² Para agrião-da-água, considerar 5-10 kPa; ³ Fora da faixa de funcionamento do tensiômetro. Usar outro tipo de sensor. Obs.: 1 kPa = 1 cbar = 7,5 mmHg = 10 cmH₂O.

pela cápsula porosa. Quando o solo é adequadamente irrigado, a água retorna novamente para o interior do tubo tensiométrico.

Após alguns ciclos de secagem e umedecimento do solo, o ar dissolvido na água pode acumular no interior do tensiômetro e provocar problemas de funcionamento. Assim, a presença de um nível baixo de água no interior do tensiômetro após uma irrigação é indicativo da presença de ar e da necessidade de manutenção.

A manutenção de tensiômetros deve ser semanal ou a qualquer momento que se verificar problemas de funcionamento, tais como: leituras discrepantes entre tensiômetros; leituras discrepantes das condições visuais de umidade no solo, como, por exemplo, solo seco e tensiômetro indicando tensão baixa; e presença de excesso de ar na parte superior do tubo após a irrigação.

O procedimento para a manutenção de tensiômetros deve ser realizado somente após a irrigação, com o solo úmido (capacidade de

campo). É indicado, a seguir, retirar a tampa e completar o volume com água. Também eliminar o ar presente na cápsula porosa e no interior do tensiômetro, conforme recomendado no item "Instalação". Após completar o volume com água, fechar a tampa. Caso o tensiômetro continue a não funcionar corretamente no dia seguinte, substituí-lo por outro devidamente preparado.

ARMAZENAMENTO DE TENSIÔMETROS

Os tensiômetros devem ser armazenados limpos e em perfeito estado de funcionamento. Recomenda-se lavar as cápsulas com água e escova de cerdas macias e, posteriormente, mergulhá-las em um recipiente com água limpa. O tubo e o vacuômetro devem ser limpos com pano úmido. Além da parte externa, deve-se limpar a parte interna do tubo, com água e esco-

vinha cilíndrica com cabo longo, eliminando-se partículas de solo, algas e mucilagens. Quando necessário, usar sabão neutro.

Em caso de os tensiômetros serem reutilizados em até um mês, armazená-los saturados, mantendo as cápsulas imersas em um recipiente com água. Para evitar a proliferação de algas e bactérias, manter a água limpa e clorada (5ml de água sanitária por litro de água). Opcionalmente, os tensiômetros podem ser armazenados saturados lacrando-se as cápsulas com saquinho plástico ou filme de PVC.

Para armazenar por maiores períodos, é aconselhável guardá-los secos. Nesse caso, retirar toda a água de seu interior e deixá-los abertos ao ar até que sequem. Devem ser guardados sem tampa, na embalagem fornecida pelo fabricante. 

**Waldir A. Marouelli e
Marcos B. Braga,**
Embrapa Hortaliças

INSTALAÇÃO ADEQUADA

- Até a instalação, as cápsulas devem ficar imersas em água a fim de permanecerem saturadas. Opcionalmente, o transporte pode ocorrer lacrando-se as cápsulas com filme de PVC.

- Fazer o furo para a instalação, preferencialmente em solo úmido, com trado próprio (tipo broca ou tubular) até a profundidade desejada. Para um perfeito contato do solo com a cápsula, condição fundamental para seu bom funcionamento, o trado deve ter diâmetro igual ou ligeiramente inferior ao da cápsula.

- Introduzir o tensiômetro até o final do furo, empurrando firme-

mente com as mãos.

- Comprimir levemente a superfície do solo ao redor do tubo e amontoar um pouco de solo (2cm-3cm) ao seu redor para evitar acúmulo de água.

- Retirar a tampa.

- Acoplar a bomba de vácuo e sucionar até que o vacuômetro indique 50kPa-70kPa. Esta etapa somente deve ser realizada se o solo estiver bem úmido (capacidade de campo).

- Completar o volume de água e fechar a tampa.

- Colocar uma estaca próximo dos tensiômetros para visualização a distância.

