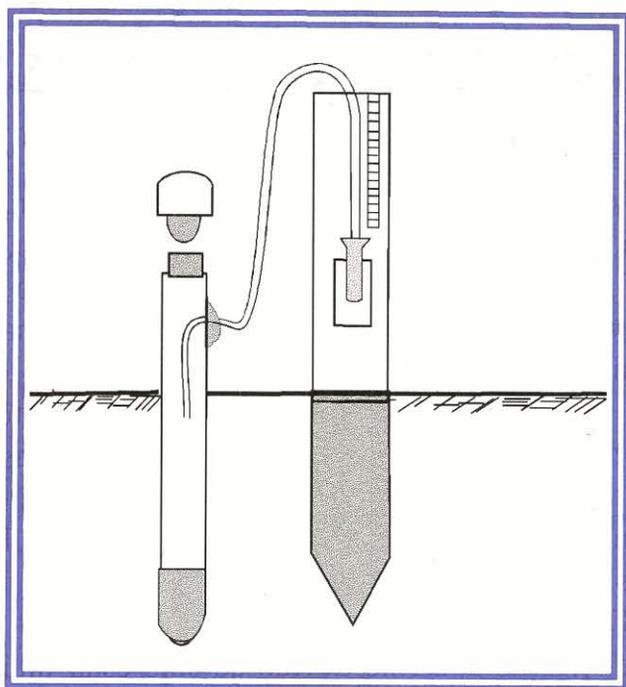


RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA O USO DE TENSIÔMETROS DE MERCÚRIO



Aderson Soares de Andrade Júnior
Edson Alves Bastos



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO MEIO-NORTE - CPAMN

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA O USO DE TENSÍOMETROS DE MERCÚRIO

Aderson Soares de Andrade Júnior

Eng. Agr., MSc. Irrigação e Drenagem

Edson Alves Bastos

Eng. Agr., MSc. Irrigação e Drenagem

Bolsista do CNPq

Teresina - PI
1995

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA / CPAMN

Av. Duque de Caxias, 5650 - Caixa Postal 01

64.006-220 - Teresina (PI)

Fax: (086) 225-1142 - Fone: (086) 225-1141

Telex: (086) 2337

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações:

José Almeida Pereira - Presidente

Eliana Candeira Valois - Secretária

Maria do P. S. C. B. do Nascimento

Eugênio Celso Emérito Araújo

Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos

Milton José Cardoso

Gonçalo Moreira Ramos

Tratamento Editorial: Lígia Maria Rolim Bandeira

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A. Recomendações técnicas para o uso de tensiômetros de mercúrio. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1995. 26p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 15).

I. Tensiômetro. 2. Irrigação. I. Bastos, E.A. II. EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte. III. Título. IV. Série.

CDD 631.7

APRESENTAÇÃO

De uma maneira geral, os proutores rurais que utilizam irrigação, não exercem um controle sobre o volume de água adicionado às culturas. A falta de tal prática costuma levar o agricultor ao desperdício, com o uso desnecessário de energia para bombeamento, ou a escassez de água, com o suprimento abaixo do necessário. No primeiro caso, acontece uma perda pela elevação desnecessária de custo. No segundo, uma redução de receita, causada pela produtividade abaixo dos padrões esperados.

A utilização de água na quantidade certa é uma prática de relevante importância, porque permite a otimização dos fatores de produção, principalmente quando os insumos são fornecidos através da irrigação. Fertilizantes, inseticidas ou fungicidas podem ser super ou subdosados, se o suprimento de água não estiver correto.

A presente publicação tem o objetivo de fornecer subsídios a técnicos e produtores irrigantes, quanto às recomendações técnicas para o uso correto de tensiômetros de mercúrio. Trata-se de um instrumento simples, de uso fácil, que proporciona meios eficientes e adequados para o manejo da água de irrigação.

O trabalho foi elaborado por dois engenheiros agrônomos, com mestrado em Irrigação e Drenagem, ambos com boa experiência nos campos experimentais da EMBRAPA.

Paulo Reis Pereira
Chefe do CPAMN

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO	8
3. PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO	9
4. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	13
5. CONTROLE DA IRRIGAÇÃO	15
6. EXEMPLO PRÁTICO	22
7. LITERATURA CITADA	25

I. INTRODUÇÃO

O manejo racional da água de irrigação assume grande importância em regiões semi-áridas, como o Nordeste brasileiro, onde a água se constitui em um fator limitante à produção agrícola. Assim, ela deve ser utilizada eficientemente a fim de obter-se máxima produção por unidade de água aplicada.

Para tanto, torna-se necessário controlar o teor de água no solo durante todo o ciclo da cultura, visando determinar o momento da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada.

O controle do teor de água no solo pode ser realizado por diversos métodos, dentre eles destaca-se o da tensão de água no solo¹. Por este método, o manejo da irrigação é efetuado irrigando-se as plantas quando os valores de tensão atingirem pontos preestabelecidos que favorecem um melhor crescimento e produção da cultura, de acordo com as condições ambientais existentes.

Para efetuar-se, no campo, a leitura dos valores de tensão de água no solo é que se utiliza o instrumento denominado “tensiômetro”.

¹ Força com que as moléculas de água são retidas pelas partículas do solo. Implica na maior ou menor facilidade que as raízes das plantas têm para absorver a água do solo.

2. CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO

O tensiômetro é constituído de uma cápsula de cerâmica porosa, ligada por meio de um tubo de PVC a um manômetro (do tipo metálico ou de mercúrio), onde a tensão é lida (Fig. 1). Apresenta dois tipos básicos, dependendo do vacuômetro que utiliza, os quais são: tensiômetro com vacuômetro metálico e tensiômetro com vacuômetro de mercúrio. Neste trabalho, será focado mais os aspectos relativos ao tensiômetro com vacuômetro de mercúrio ou simplesmente tensiômetro de mercúrio.

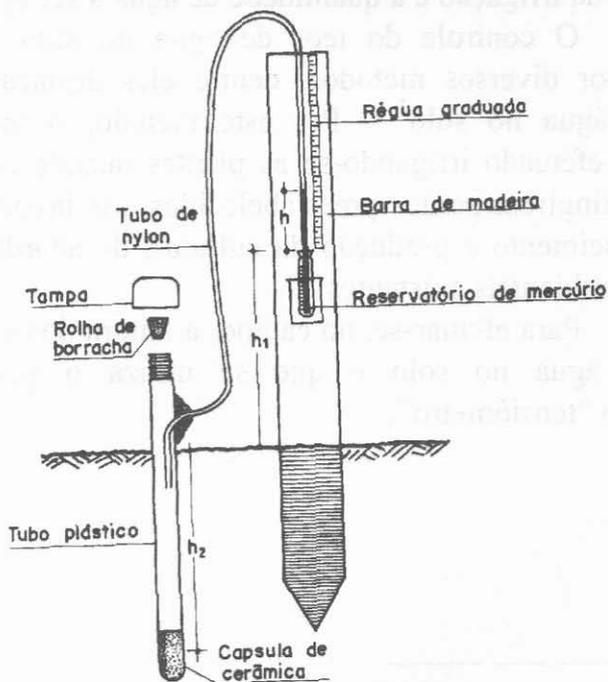


FIG. 1. Esquema do tensiômetro com vacuômetro de mercúrio
(Adaptado de Faria & Costa, 1987)

Apresenta vantagens no controle da irrigação por ser um aparelho simples, barato, não requerer calibração, não precisar de fonte de energia, fornecer leitura instantânea e funcionar em uma faixa de tensão adequada para a maioria das culturas.

O princípio de funcionamento é simples e está condicionado ao movimento de água no solo. Em condições de solo seco, a maior tensão de água no solo atrai as moléculas de água do aparelho, ocorrendo a passagem da água através da cápsula porosa, formando um vácuo dentro do aparelho, que é medido pela coluna de mercúrio. A leitura da coluna de mercúrio (H) torna-se maior à medida que o solo fica mais seco. Quando ocorre uma chuva ou irrigação, a tensão de água no solo diminui e ocorre o movimento inverso da água, diminuindo a leitura da coluna de mercúrio do tensiômetro.

3. PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO

Antes da efetiva instalação dos tensiômetros no campo, alguns cuidados devem ser adotados (Marouelli et al., 1994):

- a) Remover a tampa do tubo e encher com água destilada, fervida e fria ;
- b) Saturar a cápsula, colocando-se o tensiômetro em um recipiente com água, de modo que a mesma fique submersa por pelo menos 24 horas antes da instalação. O nível de água dentro do tensiômetro deve ser mantido acima do nível da água no recipiente.

Uma vez determinado o local de instalação, a colocação do aparelho no solo segue as seguintes etapas (Faria & Costa, 1987 e Marouelli et al., 1994):

- a) Faz-se um orifício, preferencialmente em solo úmido, até a profundidade desejada (considerar como referência o centro da cápsula), utilizando um trado (arco de pua de $\frac{1}{2}$ ") ou um tubo com diâmetro igual ou ligeiramente inferior ao da cápsula ;
- b) Coloca-se um pouco de terra solta e água dentro do orifício ;
- c) Introduce-se o tensiômetro cuidadosamente no orifício, fazendo-se movimentos para cima e para baixo, de modo a formar uma lama fina, permitindo assim um contato íntimo entre a cápsula e o solo ;
- d) Após atingir a profundidade de instalação, coloca-se solo seco da superfície ao lado do tubo, elevando-o ao redor do aparelho, para evitar a infiltração de água superficial na cápsula ;
- e) Próximo ao tensiômetro, instala-se o suporte de madeira, que acompanha o aparelho, no qual fica o recipiente com mercúrio e a escala onde a leitura será efetuada (Fig. 1);
- f) Interliga-se o tensiômetro com o suporte de madeira através do microtubo de nylon, encaixando-o na guia existente na madeira até atingir o interior do recipiente com mercúrio. Este recipiente, com 1 cm de diâmetro, deverá conter aproximadamente uma coluna de 1,5 cm de mercúrio ;
- g) Enche-se o aparelho com água destilada, fervida e fria até a borda do tubo de acrílico (extremidade superior do tensiômetro), evitando-se derramamento de água no solo. Em seguida, com o auxílio de uma pisseta com rolha perfurada, injeta-se água sob pressão no interior do aparelho a fim de eliminar o ar existente no microtubo de nylon do manômetro (Fig. 2). É aconselhável que após essa etapa, o

- recipiente que contém o mercúrio fique completamente cheio de água, o que evitará a perda de mercúrio por evaporação;
- h) Completa-se a água do tensiômetro, tapa-se com a rolha de borracha e rosquea-se o caps sobre a rolha ;
 - i) Evitar durante a instalação, o pisoteio próximo aos tensiômetros a fim de preservar as características físico-hídricas do solo. Recomenda-se a utilização de água destilada e fervida com o objetivo de diminuir a formação de bolhas de ar no sistema.

Com relação ao número de tensiômetros a serem utilizados e o local de instalação na área irrigada, Faria & Costa (1987) aconselham o seguinte procedimento :

- a) Escolher um local vegetado com a cultura de interesse, de fácil acesso e representativo da área ;
- b) Instalar os aparelhos nas entrelinhas de cultura de porte baixo ou na projeção da copa de árvores ;
- c) Instalar pelo menos uma “ bateria ” (preferencialmente duas) em cada área que difere na textura e profundidade do solo, tipo de cultura, declividade ou método de irrigação. Denomina-se “bateria” a instalação de mais de um aparelho no mesmo local a diferentes profundidades.

O número de aparelhos por “bateria” é função de:

Profundidade das raízes :

- a) Em plantas jovens instala-se o tensiômetro superficialmente e aprofunda-se o equipamento à medida em que se observa o desenvolvimento das raízes;

- b) Geralmente utiliza-se apenas um tensiômetro na metade da profundidade efetiva das raízes de plantas com sistema radicular de até 40 cm;
- c) Para plantas com raízes mais profundas (50 cm a 130 cm), recomenda-se instalar um aparelho a $\frac{1}{4}$ da profundidade efetiva das raízes e outro a $\frac{3}{4}$ deste valor. A leitura obtida no tensiômetro superficial indica o momento oportuno da irrigação e a do mais profundo indica as condições de penetração da água.

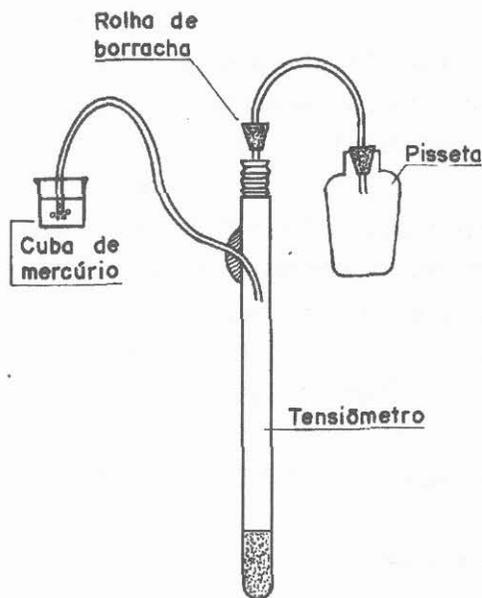


FIG. 2. Esquema da retirada de ar do sistema com a pisseta
(Adaptado de Faria & Costa, 1987)

Método de irrigação:

- a) Para gotejamento, de uma maneira geral, tem-se duas situações distintas: em um sistema de gotejamento em faixa contínua, os tensiômetros devem ser instalados equidistantes entre dois gotejadores, enquanto em um sistema em pontos distintos, estes podem ser instalados entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ do raio do bulbo molhado, medido a partir do gotejador (Marouelli et al., 1994).
- b) Em pivô central, recomenda-se instalar uma “bateria” no ponto inicial de rotação, outra a 180° de giro e uma terceira um pouco antes da posição final de giro. Os aparelhos devem ser localizados entre a segunda e a terceira torres externas;
- c) Em sistemas autopropelido e aspersão convencional, recomendam-se duas “baterias”: a primeira entre a segunda e a terceira posições de mudança do equipamento e a segunda entre a penúltima e a última posições;
- d) Em áreas irrigadas por sulcos de infiltração, deve-se colocar uma “bateria” no início e outra no final de um sulco representativo da área.

4. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Efetuada a instalação dos tensiômetros em solo úmido, boas leituras somente são conseguidas cerca de 24 horas após. Em solo seco, deve-se realizar uma irrigação para posterior leitura. De preferência, as leituras devem ser efetuadas no período da manhã e no mesmo horário.

Quanto à periodicidade das leituras, está na dependência do tempo necessário para se atingir a tensão preestabelecida para se proceder a irrigação. A literatura recomenda que para culturas em que a reposição de água é realizada a baixas tensões (20 a 30 kPa), as leituras devem ser diárias ou a cada dois dias. Para culturas que exigem médias tensões (30 a 70 kPa) efetua-se de uma a três leituras por semana.

A manutenção, que tem por finalidade a eliminação das bolhas de ar que se formam dentro do aparelho, deve ser realizada periodicamente ou sempre que se perceber a existência de bolhas no interior do microtubo de nylon. Em caso afirmativo, preferencialmente após uma irrigação, deve-se repetir o processo de injeção de água dentro do aparelho utilizando a pisseta de plástico até que todas as bolhas tenham sido eliminadas.

Salienta-se que o tensiômetro está sujeito a falhas de funcionamento, as quais podem ser detectadas quando ocorrerem duas ou mais leituras nulas sucessivas ou quando o mesmo encontrar-se sem água. As causas de falhas e as respectivas medidas de correção são as seguintes (Faria & Costa, 1987):

- a) Falta de água no aparelho devido ao solo estar muito seco - Irrigar e recolocar água no aparelho;
- b) Entrada de ar no aparelho em razão da existência de junções mal coladas ou rolha gasta ou ressecada - Colar as partes com defeito, substituir a rolha ou até mesmo o aparelho.
- c) Defeito de instalação pelo pequeno contato da cápsula com o solo - Reinstalar o tensiômetro.

Uma vez completado o ciclo da cultura e antes da colheita, os tensiômetros devem ser removidos do campo,

escavando-se o solo até a profundidade da cápsula, cuidadosamente para não lhe causar danos.

Segundo Marouelli et al. (1994), para que os aparelhos possam ser reaproveitados em anos posteriores, alguns cuidados devem ser adotados:

- a) Antes dos tensiômetros serem guardados, as cápsulas devem ser lavadas com água limpa, utilizando-se uma escova de cerdas macias;
- b) Quando os aparelhos forem utilizados em um período de até 60 dias, devem ser guardados dentro de um recipiente com água limpa, de tal forma que as cápsulas permaneçam saturadas. Outra opção é acondicionar as cápsulas em saquinhos plásticos e lacrá-los junto ao tubo do tensiômetro com fita adesiva ou elástica.
- c) Quando o armazenamento for realizado por um longo período de tempo, deverá ser retirada toda a água do interior dos tensiômetros, para então serem guardados a seco.

5. CONTROLE DA IRRIGAÇÃO

Conforme descrito anteriormente, o manejo da irrigação utilizando o tensiômetro é realizado levando-se em consideração a tensão de água no solo adequada para o melhor desenvolvimento da cultura.

Segundo Taylor, citado por Faria & Costa (1987) e Marouelli et al. (1994), as culturas apresentam diferentes valores de tensão de água no solo em função do estágio de desenvolvimento e demanda evaporativa da atmosfera (Tabela 1). Esses valores são resultantes de uma revisão de literatura e quando existirem resultados experimentais obtidos em

condições locais, estes devem ser preferidos. A irrigação da cultura deve ser iniciada sempre que o tensiômetro superficial atingir o valor indicado na Tabela 1.

De acordo com Marouelli et al. (1994), os valores apresentados na Tabela 1 são mais recomendados para os métodos de irrigação por superfície e aspersão. No caso da irrigação por gotejamento, deve-se ter cautela na utilização desses valores, uma vez que as culturas tendem a apresentar melhor desempenho quando submetidas a tensões inferiores às apresentadas nesta tabela. Caso não constem na Tabela 1 os valores de tensão para determinadas culturas, recomendam utilizar valores de espécies com particularidades semelhantes. As informações referentes aos períodos críticos ao déficit de água no solo para as diversas culturas são apresentadas na Tabela 2.

Quando se utiliza tensiômetro de mercúrio, o valor da tensão de água no solo é expresso em função da altura da coluna de mercúrio na escala graduada, a qual é calculada pela expressão abaixo (Andrade Júnior, 1992):

$$H = \frac{(10,2 \times T_s) + h_1 + h_2}{12,6} \quad (1)$$

Onde:

H = leitura da coluna de mercúrio (cm)

T_s = tensão de água no solo (kPa)

h_1 = altura do nível de mercúrio no recipiente em relação à superfície do solo (cm)

h_2 = profundidade de instalação do tensiômetro (cm)
(Tabela 3)

TABELA 1. Tensão de água no solo (Ts) para se proceder ao reinício da irrigação em algumas culturas.

Culturas	T_s (kPa) ²
Aipo	20 - 30
Alface	40 - 60
Alface (semente)	80
Alho	15 - 30
Arroz de sequeiro	30 - 60
Aspargo	50
Banana	30 - 150
Batata	20 - 40
Batata-doce	240
Beterraba	40 - 60
Brócolos	40 - 70
Cana de açúcar	30 - 35
Cebola	15 - 45
Cenoura	20 - 30
Couve-flor	60 - 70
Feijão	30 - 40
Laranja	20 - 100
Limão	60
Melão	30 - 80
Melancia	25
Milho	40 - 70
Pepino	100 - 300
Repolho	60 - 70
Soja	50 - 150
Tomate salada	30 - 100
Videira	45 - 55

² Valores à esquerda: evapotranspiração alta (> 5 mm/dia) e períodos críticos ao déficit de água no solo. Valores à direita: evapotranspiração baixa (< 5 mm/dia) e períodos não críticos ao déficit de água no solo.

TABELA 2. Períodos críticos ao déficit de água no solo para algumas culturas.

Culturas	Períodos críticos
Alface	Formação da cabeça à colheita
Algodão	Floração e formação do capulho
Alho	Crescimento do bulbo
Arroz	Início do primórdio floral e florescimento
Banana	Período vegetativo inicial, florescimento e formação do cacho
Batata	Floração e tuberização
Beterraba	Três a quatro semanas após a emergência
Brócolos	Floração e crescimento da cabeça
Cana-de-açúcar	Estabelecimento da cultura e alongação do colmo
Cebola	Desenvolvimento do bulbo
Cebola (semente)	Floração
Cenoura	Durante os primeiros 40 dias
Couve-flor	Formação da inflorescência
Ervilha	Floração e enchimento de vagens
Feijão	Floração e enchimento de grãos
Girassol	Florescimento e maturação das sementes
Laranja / Limão	Florescimento e pegamento de frutos
Melancia / Melão	Florescimento até a colheita
Milho	Florescimento e enchimento de grãos
Pepino	Florescimento até a colheita
Pimenta	Frutificação até a colheita
Rabanete	Desenvolvimento das raízes
Repolho	Formação e desenvolvimento da cabeça
Soja	Florescimento e enchimento de grãos
Tomate	Formação e desenvolvimento dos frutos
Videira	Elongação das raízes e florescimento

Fonte: Faria & Costa (1987) e Marouelli et al. (1994)

TABELA 3. Profundidade de instalação de tensiômetros em função da profundidade efetiva de raízes, para diversas culturas.

Culturas	Prof. do tensiômetro (cm)	
	Superficial	Profundo
Alface	15	-
Alho	15	-
Arroz	20	-
Banana	20	60
Batata	20	60
Beterraba	20	50
Brócolos	20	-
Cana-de-açúcar	30	100
Cebola	20	-
Cenoura	15	45
Couve-flor	15	40
Ervilha	20	50
Feijão	20	50
Laranja	30	100
Limão	30	100
Melão / Melancia	25	100
Milho	25	100
Morango	15	-
Repolho	20	-
Soja	25	100
Tomate	15	50
Videira	30	100

Fonte: Faria & Costa (1987)

Uma vez definido o momento da irrigação, a quantidade de água a ser aplicada à cultura pode ser calculada pela seguinte equação (Andrade Júnior, 1992):

$$\text{IRN} = \frac{\text{CC} - \text{UI}}{10} \times D_a \times Z \quad (2)$$

Onde:

IRN = irrigação real necessária (mm)

CC = capacidade de campo (% peso seco)

UI = umidade de irrigação correspondente à tensão de água no solo preestabelecida (% peso seco)

D_a = densidade global do solo (g / cm^3)

Z = profundidade efetiva das raízes da cultura (cm)

(Tabela 4)

Como nenhum método de irrigação apresenta uma eficiência de aplicação de água igual a 100%, é preciso efetuar o cálculo da irrigação total necessária, que é definida como a relação entre a irrigação real necessária e a eficiência de irrigação do método utilizado. Esta relação é dada pela equação:

$$\text{ITN} = \frac{\text{IRN}}{E_i} \quad (3)$$

Onde:

ITN = irrigação total necessária (mm)

IRN = irrigação real necessária (mm)

E_i = eficiência de aplicação da irrigação (decimal)

Segundo Marouelli et al. (1994), a eficiência de irrigação depende do método / sistema de irrigação, da forma como o projeto foi implantado, das condições climáticas e da

TABELA 4. Profundidade efetiva do sistema radicular (Z) de algumas culturas, no estágio de máximo desenvolvimento vegetativo.

Culturas	Z (cm)
Alface	15 - 30
Alho	20 - 40
Arroz	40 - 60
Banana	50 - 80
Batata	25 - 60
Beterraba	40 - 70
Brócolos	30 - 50
Cana-de-açúcar	120 - 200
Cebola	25 - 60
Cenoura	35 - 60
Couve-flor	25 - 50
Ervilha	50 - 70
Feijão	40 - 60
Laranja	120 - 160
Limão	120 - 160
Melão / Melancia	50 - 120
Milho	80 - 130
Morango	20 - 40
Repolho	40 - 50
Soja	60 - 130
Tomate	25 - 70
Videira	100 - 200

Fonte: Marouelli et al. (1994) e Faria & Costa (1987).

habilidade do irrigante. Recomendam utilizar os seguintes valores de eficiência de irrigação: 50% para métodos de irrigação superficial ; valores entre 70 e 80% para a aspersão, podendo atingir 90% no caso do pivô central e 85 a 95% na irrigação por gotejamento.

6. EXEMPLO PRÁTICO

Consideremos a necessidade de efetuarmos o manejo da irrigação de uma cultura de melancia, no CPAMN/UEP de Parnaíba, com os seguintes dados:

Cultura: Melancia

Cultivar - Crimson Sweet

Espaçamento - 3 m x 2 m

Profundidade efetiva das raízes (Z) - 30 cm

Estádio fenológico - florescimento

Solo: Areia Quartzosa

Capacidade de campo - 7% (10 kPa)

Ponto de murcha permanente - 2,5% (1500 kPa)

Densidade global do solo - 1,7 g/cm³

Sistema de irrigação:Gotejamento

Espaçamento entre laterais - 3 m

Espaçamento entre gotejadores - 0,5 m

Vazão do gotejador - 3,75 l / h

Eficiência de irrigação - 90%

1º) Tensão de água no solo para reinício da irrigação (T_s):

Encontra-se o valor de T_s na Tabela 1, observando-se a evapotranspiração e o período crítico ao déficit de água no solo, o qual é:

$$T_s = 25 \text{ kPa}$$

2º) Leitura da coluna de mercúrio para reinício da irrigação (H):

Para a determinação de H tem-se que, de acordo com a Tabela 3, a profundidade de instalação do tensiômetro (h_2) será igual a 25 cm e considerando-se a altura do nível de mercúrio no recipiente em relação à superfície do solo (h_1) igual a 30 cm, calcula-se o valor de H a partir da equação 1, da seguinte forma:

$$H = \frac{(10,2 \times 25) + 30 + 25}{12,6}$$

$$H = 24,6 \text{ cm}$$

Portanto, deve-se irrigar a cultura toda vez que a coluna de mercúrio atingir a altura de 24,6 cm na escala graduada do tensiômetro.

3º) Cálculo da irrigação real necessária (IRN):

3.1. Determinação da umidade de irrigação (UI):

Utilizando-se a curva de retenção de água no solo para a área em questão, verifica-se que para uma tensão de 25 kPa tem-se uma $UI = 5\%$ em peso seco.

3.2. Cálculo da irrigação real necessária (IRN):

Pela equação 2, encontra-se que:

$$IRN = \frac{(7 - 5)}{10} \times 1,7 \times 30$$

$$IRN = 10,2 \text{ mm}$$

4º) Cálculo da irrigação total necessária (ITN):

Utilizando-se a equação 3, calcula-se que:

$$ITN = \frac{10,2}{0,9} = 11,33$$

$$ITN = 11,33 \text{ mm}$$

5º) Cálculo do tempo de irrigação (T_i):

Considerando-se as características técnicas do sistema de irrigação utilizado e a irrigação total necessária para ser aplicada à cultura de melancia, efetua-se o cálculo do tempo de irrigação da seguinte forma:

$$T_i = \frac{ITN \times S_l \times S_g}{q} \quad (4)$$

Onde:

T_i = tempo de irrigação (h)

ITN = irrigação total necessária (mm)

S_l = espaçamento entre linhas laterais (m)

S_g = espaçamento entre gotejadores (m)

q = vazão do gotejador (l/h)

Com isso temos que o tempo de irrigação (T_i) a ser utilizado será:

$$T_i = \frac{11,33 \times 3 \times 0,5}{3,75} = 4,5 \text{ h}$$

Observa-se, portanto, que o tempo de irrigação necessário para aplicar a irrigação total será de 4 horas e 30 minutos.

Em resumo: o manejo da irrigação da cultura da melancia utilizando o tensiômetro de mercúrio, nas condições acima descritas, consistirá na aplicação de uma lâmina de 11,33 mm toda vez que a leitura da coluna de mercúrio atingir a altura de 24,6 cm na escala graduada. Para aplicar essa lâmina verificou-se ser necessário um tempo de irrigação de 4 horas e 30 minutos. Estes cálculos foram efetuados para um estágio de desenvolvimento da cultura, devendo-se repetir este procedimento para os demais estágios de desenvolvimento.

7. LITERATURA CITADA

ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Manejo de água em agricultura irrigada**. Teresina: EMBRAPA/CPAMN, 1992. 37 p. (EMBRAPA/CPAMN. Circular Técnica, 10).

FARIA, R.T. & COSTA, A.C.S. **Tensiômetro: construção, instalação e utilização**. Londrina : IAPAR, 1987. 22p. (IAPAR. Circular Técnica, 56).

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília : EMBRAPA-SPI, 1994. 60p.