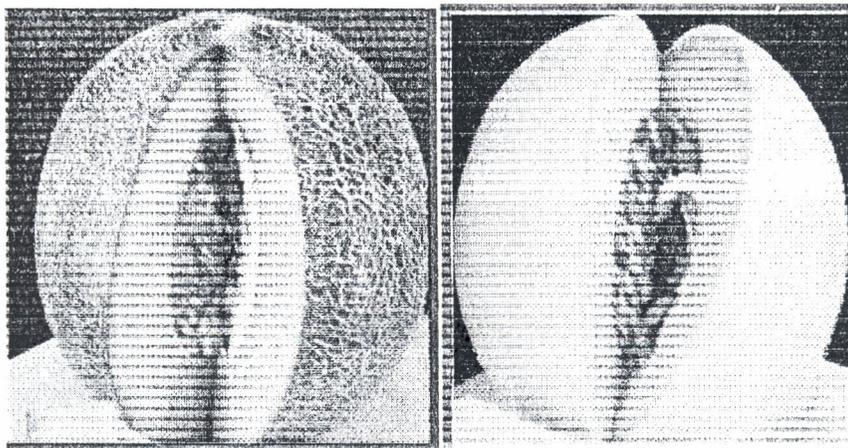


I Curso sobre o Cultivo do Melão

27 e 28 de novembro de 2000



IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO

Waldir A. Morouelli
José Maria Pinto
Washington Luiz de Carvalho e Silva
José Francismar de Medeiros

Petrolina - PE
2000

IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO

Autores:

Waldir A. Marouelli
José Maria Pinto
Washington Luiz de Carvalho e Silva
José Francismar de Medeiros

Instrutor:

José Francismar de Medeiros

Apostila preparada para o Curso
sobre o Cultivo do melão promovido
pela EMBRAPA Semi-Árido

Petrolina – PE
Novembro de 2000

IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO*

Waldir A. Marouelli
José Maria Pinto
Washington Luiz de Carvalho e Silva
José Francismar de Medeiros

INTRODUÇÃO

A irrigação, quando realizada de forma adequada, é a prática agrícola que com maior frequência favorece o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de frutos do meloeiro. Assim, a escolha correta do sistema de irrigação e o suprimento de água às plantas no momento oportuno e na quantidade adequada são aspectos decisivos para o sucesso da cultura.

Entre os principais problemas relacionados à adoção de sistemas de irrigação não apropriados e ao manejo inadequado da irrigação destacam-se: maior incidência de doenças fúngicas e bacterianas, menor eficiência no uso de água, energia e nutrientes, baixa produtividade e pior qualidade de frutos.

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

A escolha do sistema de irrigação deve ter como base a análise criteriosa de fatores como tipo de solo, topografia, clima, custo do sistema, uso de mão-de-obra e energia, incidência de pragas e doenças, quantidade e qualidade de água disponível.

Por permitir obtenção de maiores produtividades e frutos de melhor qualidade, a irrigação do meloeiro, nas principais regiões produtoras do Brasil, tem sido realizada predominantemente por gotejamento. Em menor escala tem sido utilizado o sistema por sulco. Irrigação por aspersão não é recomendada para a na cultura do meloeiro. A principal desvantagem da aspersão é a de favorecer maior incidência de doenças foliares, como micosferela, antracnose, mancha de alternaria e míldio, o que pode reduzir drasticamente a produtividade e qualidade de frutos.

Para que qualquer sistema de irrigação seja capaz de atender, com eficiência adequada, as necessidades hídricas da cultura, este deve ser devidamente dimensionado, levando-se em consideração aspectos agronômicos, operacionais e hidráulicos. Procedimentos para o dimensionamento de diferentes sistemas de irrigação

* Parte do texto que está no prelo para ser publicado no livro sobre a cultura do melão, que será publicado pela EMBRAPA.

podem ser encontrados em publicações específicas, não sendo abordados neste documento.

Irrigação por gotejamento

Na irrigação por gotejamento, a água é aplicada de forma localizada junto às raízes das plantas, sem que a parte aérea e a faixa entre fileiras de plantio sejam molhadas, minimizando a incidência de doenças foliares e de plantas daninhas. O sistema apresenta como principais vantagens a economia de água (50-60 % do sistema por sulco) e mão-de-obra (0,1-0,5 h/ha/irrigação), a alta eficiência de irrigação (80-95 %) e a facilidade da fertirrigação. Ademais, ao contrário de outros sistemas de irrigação, o gotejamento pode ser utilizado nos mais diversos tipos de solo, topografia e clima.

As principais restrições ao sistema são o maior custo inicial por unidade de área (R\$2.000-4.000/ha), problemas de entupimento e a necessidade de remoção das linhas laterais distribuídas no campo ao final de cada safra. Apesar disso, o sistema tem se mostrado altamente viável para o cultivo do meloeiro, uma vez que propicia aumentos significativos de produtividade e qualidade de frutos, especialmente quando associado a um manejo eficiente da água de irrigação e a adoção da prática da fertirrigação.

Uma variação do gotejamento tradicional é o subterrâneo, onde a linha de gotejadores é enterrada junto à linha de plantio a uma profundidade de 20-30 cm. A vantagem é a não necessidade de remoção das laterais ao final de cada ciclo da cultura, reduzindo a mão-de-obra e aumentando a vida útil das linhas de gotejadores. A principal dificuldade é que, principalmente em solos arenosos, pode haver a necessidade de se irrigar por aspersão para o estabelecimento inicial da cultura (7-10 dias).

O sistema por gotejamento é composto de vários equipamentos, que podem ser agrupados em conjunto motobomba, cabeçal de controle (sistema de filtragem e de injeção de fertilizantes, válvulas de controle e chave de partida) e sistema de distribuição de água (tubulações adutoras e de distribuição, tubulação gotejadora ou linha lateral e acessórios).

Dentre os principais acessórios utilizados no sistema de distribuição de água destacam os reguladores de pressão, ventosas, válvulas anti-vácuo e de final de linha. Enquanto o primeiro permite uma maior uniformidade da pressão em todo o sistema e, conseqüentemente, maior eficiência de irrigação, os demais estão mais relacionados ao bom funcionamento do sistema.

O sistema pode ser automatizado de forma parcial ou total por meio de diferentes tipos de controladores existentes. Sistemas automatizados têm maior custo inicial, mas requerem menor utilização da mão-de-obra e, por poderem funcionar 24 horas por dia, possibilitam uma economia significativa no dimensionamento hidráulico.

Existe no mercado uma grande variedade de tubulações gotejadoras. A espessura de parede varia de 0,1 mm até 1,2 mm, sendo que as de maior espessura apresentam, via de regra, maior durabilidade. Para reduzir custos e facilitar o re-enrolamento da tubulação, ao final de cada safra, as com espessura entre 0,1 mm até 0,6 mm são as mais utilizadas para meloeiro. A vazão por gotejador pode variar desde menos que 0,5 L/h até mais que 4,0 L/h, sendo aqueles com vazões inferiores a 2,5 L/h os mais utilizados atualmente. Gotejadores do tipo autocompensado apresentam pequena variação de vazão quando submetidos a diferentes pressões, o que permite ao sistema maior uniformidade de distribuição de água.

Para o cultivo do meloeiro, os gotejadores devem ser espaçados de modo que se forme uma faixa molhada ao longo da lateral. O espaçamento entre gotejadores depende, portanto, do diâmetro do bulbo molhado formado pelo gotejador, o qual depende principalmente do tipo de solo. Como regra geral, pode-se adotar um espaçamento de 20-30 cm para solos de textura grossa e de 40-60 cm para solos de texturas média e fina. A semente deve ser posicionada junto à linha lateral, 5-10 cm do gotejador. Para evitar problemas de saturação para a planta, principalmente em solos de textura fina, alguns produtores costumam deslocar a linha de gotejadores de 15-25 cm em relação à linha de plantio, após o estabelecimento inicial da cultura.

No Brasil, o dimensionamento do projeto (agronômico e hidráulico), a qualidade do equipamento e a implantação do sistema ficam, na maioria das vezes, sob responsabilidade das empresas revendedoras. Assim, o produtor deve procurar na região empresas de reconhecida competência técnica e que ofereçam equipamentos de qualidade e assistência técnica adequada. Para escolha do projeto mais viável é desejável que o produtor seja auxiliado por um técnico especializado e independente.

Irrigação por sulco

Dentre os sistemas superficiais, o por sulco é o mais indicado para o cultivo do meloeiro. O baixo investimento inicial (R\$700-1.500/ha), e o menor requerimento de energia (0,3-3,0 kWh/mm/ha) são as principais vantagens deste sistema de irrigação. Adapta-se à maioria dos solos, com exceção daqueles com alta taxa de infiltração, como

os de textura grossa, mas requer terrenos planos ou sistematizados. Quando a sistematização envolve grande movimentação de terra, os custos de implantação podem aumentar substancialmente.

Comparativamente ao gotejamento, irrigação por sulco requer maior quantidade de água e mão-de-obra (1,0-3,0 h/ha/irrigação), favorece maior incidência de doenças, além de possibilitar menor produtividade e pior qualidade de frutos. Diferente da aspersão, apresenta a vantagem de não molhar a parte aérea das plantas ou lavar agrotóxico aplicado à folhagem, o que reduz a incidência de doenças foliares.

A irrigação por sulcos consiste na condução de água através de pequenos canais paralelos as linhas de plantio, durante o tempo necessário para que a água infiltre no solo e umedeça a zona radicular da cultura. Os sulcos devem ser construídos em áreas com declive uniforme ou previamente sistematizadas. Para evitar erosão excessiva, os sulcos não devem ter declividade acima de até 2 %, sendo que para áreas sujeitas a chuvas mais intensas a declividade não deve exceder 0,5 %. A distribuição de água pode ser feita por meio de sifões, tubos janelados ou comportas, sendo comum, mas não recomendado, a abertura de “dentes” na parede dos canais de distribuição para que a água adentre os sulcos.

O critério para o dimensionamento, para obtenção de uma eficiência irrigação satisfatória, envolve dois pontos básicos que devem ser considerados: a) o comprimento dos sulcos deve ser tal que o tempo de avanço seja menor ou igual a 1/4 do tempo de oportunidade para aplicar a lâmina média de água necessária por irrigação; b) fazer irrigações com redução de vazão, ou seja, utilizar a vazão máxima que não cause erosão no sulco até a frente de avanço ter atingido o final do sulco, para em seguida reduzi-la ao mínimo capaz de manter todo o sulco com água.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

A água encontrada na natureza pode conter impurezas que inviabilizam o seu emprego para fins de irrigação, caso não devidamente tratada. As impurezas dependem da procedência da água, podendo estar em suspensão ou dissolvidas. Em dissolução podem ser encontrados gases, sais, metais pesados e pesticidas. Impurezas em suspensão podem ter origem mineral, como areia, silte e argila, ou orgânica, como matéria morta e organismos vivos. Matéria morta pode ter origem vegetal, como folhas, galhos e outros detritos vegetais, ou animal. Organismos vivos presentes na água incluem bactérias, vírus, protozoários, dentre outros.

No cultivo do meloeiro, onde a irrigação é realizada principalmente por gotejamento, o principal problema de qualidade de água está relacionado a obstrução de gotejadores por impurezas em suspensão, formação de precipitados e atividade microbiológica. Na Tabela 1 é apresentado um critério de classificação da água para indicar o risco potencial de obstrução de gotejadores, em função dos principais fatores físicos, químicos e biológicos.

Aspectos Sanitários

Águas superficiais utilizadas na irrigação estão muitas vezes contaminadas por organismos vivos, patogênicos ou não. Assim, melões irrigados com água contaminada podem servir de veículo para a transmissão de uma série de doenças aos consumidores, como amebíase, giardíase, verminoses, febre tifóide e cólera. Felizmente, o cultivo do meloeiro é, em geral, realizado longe dos centros urbanos, onde as águas disponíveis para irrigação ainda apresentam baixos índices de contaminação por patógenos.

O desenvolvimento microbiano na água de irrigação, como de algas e bactérias, também pode causar sérios problemas de obstrução de gotejadores. A proliferação de algas, que depende de energia luminosa, é estimulada por excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo. Bactérias, por outro lado, não requerem luz para desenvolvimento e quando na presença de substâncias como ácido sulfídrico, ferro, manganês e argila, produzem massas mucilagenosas (lodo) que podem facilmente obstruir os gotejadores. Baixíssimas concentrações (a partir de 0,2 mg/L) de ferro, manganês e sulfetos são suficientes para propiciar ativo desenvolvimento de bactérias. As ferro-bactérias filamentosas, no seu processo metabólico, transformam o ferro solúvel reduzido (Fe^{+2}) em ferro insolúvel oxidado (Fe^{+3}) produzindo um lodo mucilaginoso. As sulfo-bactérias produzem um lodo branco gelatinoso de enxofre.

Um dos métodos mais utilizados em todo o mundo para controle de algas e bactérias é a injeção de cloro na água de irrigação. Todavia, o tratamento é caro e requer manejo cuidadoso. O cloro residual livre no final da lateral deve ser mantido a 0,5-2,0 mg/L, se injetado de forma contínua durante a irrigação, ou entre 10-20 mg/L se injetado 1-2 vezes por semana durante os últimos 30 minutos da irrigação. Problemas severos de obstrução podem, muitas vezes, ser minimizados por meio de uma super cloração (100-500 mg/L) e manutenção da solução por 24 horas dentro da lateral. Para maior eficiência, o cloro deve ser usado em água com pH entre 5,5-6,5. Algumas das fontes de cloro são o hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, gás cloro e ácido hipocloroso.

Aspectos Físicos

As características físicas da água incluem a totalidade de sólidos em suspensão e as substâncias orgânicas dissolvidas. Partículas em suspensão podem restringir o uso da água para irrigação, caso não seja devidamente tratada.

Tubulações e, principalmente, as bombas hidráulicas podem ter sua vida útil reduzida, quando a água apresentar quantidades excessivas de materiais de origem mineral e vegetal em suspensão. Estes materiais, em especial a areia, atuam de forma abrasiva danificando as partes internas de bombas e tubulações.

Quando aspectos físicos da água a ser utilizada for capaz de prejudicar o funcionamento dos gotejadores ou a qualidade final do melão, deve-se usar outra fonte de água ou fazer o tratamento da mesma. Fatores físicos da água que podem causar obstrução de emissores incluem partículas inorgânicas suspensas (argila, silte e areia) e materiais orgânicos (fragmentos de plantas, resíduos animais, algas, insetos etc.). Tal problema que é crítico em gotejamento pode ser minimizado pela filtragem da água e lavagem periódica das laterais. A maioria dos fabricantes de gotejadores recomendam filtros de 75-150 μm (100-200 mesh). Tipicamente a recomendação geral é remover todas partículas maiores que 10% do diâmetro do orifício ou passagem de fluxo do gotejador.

Folhas e detritos vegetais podem ser minimizados facilmente na própria captação, com o uso de telas. Filtros tipo ciclone, centrífugos e tanques de sedimentação são próprios para eliminar areia grossa, mas não são indicados para sólidos orgânicos. Filtros de disco e tela são indicados para eliminar praticamente qualquer tipo de sólidos suspensos, mas são facilmente obstruídos por algas. Filtros de areia podem eliminar grandes quantidades de sólidos suspensos e algas antes de serem obstruídos. Apesar de eliminar partículas entre 25-100 μm , filtros de areia devem ser seguidos por um filtro secundário de tela ou discos para evitar que, durante a retrolavagem, partículas de areia do filtro entrem no sistema de irrigação. Águas com quantidade excessiva de materiais em suspensão requerem lavagem freqüente do elemento filtrante para não provocar perdas excessivas na pressão da água. A seleção do tipo de filtro em função da origem e da concentração do material em suspensão pode ser realizada pela Tabela 2.

Aspectos Químicos

Os aspectos de interesse relacionados a qualidade química da água envolvem problemas de salinidade, permeabilidade do solo, toxicidade e obstrução de gotejadores.

Na Tabela 3 são apresentadas diretrizes para interpretação da qualidade química da água de irrigação, com relação ao risco potencial de utilização.

A concentração de sais dissolvidos na água de irrigação não é, geralmente, suficiente para prejudicar o meloeiro. Os danos são devidos, quase sempre, aos sais que vão acumulando no solo e salinizando-o pouco a pouco. Este problema é mais comum na região Nordeste, onde a presença de sais solúveis na água e/ou no solo é comum, e a evapotranspiração é maior que a precipitação pluviométrica, provocando acúmulo de sais no solo.

A cultura do meloeiro apresenta tolerância moderada às concentrações de sais na solução do solo. Irrigação com água ligeiramente salina, desde que bem manejada e em solo com excelente drenagem, produz frutos mais doces, com alto teor de sólidos solúveis. Durante a germinação, todavia, a cultura é sensível à salinidade. O efeito da salinidade sobre a produtividade relativa do meloeiro pode ser estimado por:

$$P = 100 - 7,25 \times (CE_e - 2,20) \quad (1)$$

em que:

P = produtividade relativa (%);

CE_e = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (dS/m).

7,25 = é a perda de rendimento relativo acima da salinidade limiar (2,2, dS/m) por incremento unitário da salinidade do solo. Este valor é para alguns cultivares de melão tipo amarelo e pele-de-sapo. No caso de melões tipo gália e cantaloupe, podem tolerar a níveis de salinidade mais elevados.

O procedimento para o cálculo da lixiviação requerida para manter a salinidade do solo dentro do nível de tolerância da cultura é determinada a partir da salinidade da água de irrigação e na tolerância da cultura à salinidade do solo. A lixiviação mínima requerida pode ser computada pela equação de Rhoades:

$$LR = \frac{CE_a}{5 \times CE_e - CE_a} \times 100 \quad (2)$$

em que:

LR = lixiviação mínima requerida, %;

CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação, dS/m.

Para aplicações práticas é recomendado utilizar o valor de CE_e = 3,6 dS/m, que corresponde a 90 % da produtividade potencial do meloeiro.

A equação 2 é aplicada para irrigação convencional. Para irrigação de alta frequência, é recomendado adotar as seguintes equações:

$$LR = \frac{CE_a}{2 \times CE_{e_{máx}}} \times 100 \quad (3)$$

em que:

$CE_{e_{máx}}$ = salinidade do solo que o rendimento é reduzido em 100%; Para o melão, o valor corresponde a:

$$CE_{e_{máx}} = \frac{100 + 7,25 \times 2,2}{7,25} = 16,0$$

ou

$$CE_e = \frac{50 \times CE_a}{100 - LR} \times \ln\left(\frac{100}{LR}\right) \quad (4)$$

Neste caso, a cálculo da necessidade de lixiviação é feito por tentativa, ou seja, assume valores de LR até que o valor de CE_e seja igual a salinidade limiar da cultura.

Dentre as principais medidas para prevenir ou minimizar problemas de salinidade, destacam-se a instalação de sistemas de drenagem em solos que não tem boa drenagem, adoção de práticas culturais que aumentem a infiltração e reduzam a evaporação de água do solo, realização de manejo adequado de irrigação e seleção de cultivares mais adaptadas aos níveis de salinidade existentes.

Quando em excesso na água, sódio pode interagir com o solo, reduzindo sua permeabilidade. A redução na permeabilidade dificulta a infiltração de água e a oxigenação do solo, prejudicando o desenvolvimento das plantas. Medidas preventivas ou corretivas, relativas a problemas de permeabilidade do solo, resumem-se na aplicação de corretivos ao solo e à água, como o gesso, e uso de práticas de manejo agrônômico para romper a crosta superficial do solo e propiciar melhor infiltração de água, como a escarificação, aração profunda e uso de resíduos orgânicos.

Águas com pH acima de 7,5 e alta concentração de bicarbonato, cálcio ou magnésio, desde que não devidamente tratadas, podem provocar a obstrução gradativa dos gotejadores, devido a precipitação de sais. Água rica em cálcio dificulta principalmente o manejo de fertilizantes fosfatados. Obstrução pode ainda se dar pela oxidação de ferro e manganês, que é favorecida por pH e temperatura elevada. Ferro e manganês em solução podem também formar precipitados insolúveis quando na presença de sulfetos.

A solução mais freqüentemente utilizada para reduzir a precipitação de químicos tem sido a redução do pH da água entre 5,5-7,0 através da injeção de ácidos, como o

sulfúrico, muriático, nítrico ou cítrico. A quantidade de ácido necessária varia entre 0,02 e 0,2% da capacidade do sistema, sendo função da qualidade da água, temperatura e tipo de ácido. Ácido fosfórico pode ser utilizado tanto para o tratamento de água quanto como fonte de fósforo. Cuidado deve ser tomado para não se injetar fertilizantes fosfatados em águas ricas em cálcio, sob risco de formação de precipitados insolúveis. Na maior região produtora de melão do Brasil, parte da água de irrigação é subterrânea de origem calcária, apresentando mais de 8 e 6 meq/L de cálcio e bicarbonato, respectivamente. Assim, essa água tem um alto potencial para produzir obstruções em gotejadores, bem como de alcalinizar o solo. Para prevenir obstruções é necessário adicionar à água 0,02 a 0,05% de ácido nítrico, sendo o fosfórico evitado.

Problemas decorrentes da presença de ferro, manganês e ácido sulfídrico são muitas vezes solucionados pela cloração da água (1 mg/L de cloro residual livre). Os precipitados resultantes da oxidação devem ser filtrados antes de adentrarem o sistema de irrigação.

Obstrução parcial de gotejadores devido a precipitação de ferro e sais de cálcio pode ser minimizados pela injeção de ácido durante 30-60 min numa concentração que reduza o pH da água para 4,0. Problemas mais sérios de obstrução podem ser resolvidos injetando ácido no sistema numa taxa para baixar o pH da água para 2,0. O tempo de injeção deve ser aquele que o volume de água aplicado pelo sistema corresponda a 2,5 a 3,0 vezes o volume de água que as tubulações armazenam. Após uma hora da aplicação do ácido, irriga com água normal e com pressão mais elevada possível.

Águas utilizadas para irrigação podem ainda estar contaminadas por pesticidas e metais pesados, como mercúrio, chumbo e cádmio, que podem causar problemas de fitotoxicidade às plantas e, ao serem absorvidas por elas, podem contaminar o consumidor final.

NECESSIDADE DE ÁGUA DA CULTURA

A necessidade de água do meloeiro, do plantio até a colheita, varia de 350-550 mm, dependendo das condições climáticas, ciclo da cultivar e sistema de irrigação. A necessidade diária de água, também chamada de evapotranspiração da cultura (expressa em mm/dia), engloba a quantidade de água transpirada pelas plantas mais a água evaporada do solo, sendo afetada, principalmente, pelo clima, estágio de desenvolvimento da cultura e sistema de irrigação.

O meloeiro apresenta quatro estádios distintos de desenvolvimento com relação às necessidades hídricas e manejo da água. A duração de cada estágio depende, principalmente, da cultivar e condições edafoclimáticas.

Estádio Inicial

O estágio inicial pode ser dividido em período de estabelecimento da cultura, que vai da sementeira até o estabelecimento do estande da cultura (3-7 dias após a germinação) e período de desenvolvimento inicial do sistema radicular e parte aérea, até atingir 10% de cobertura do solo. Na região maior produtora de melão do Brasil, esta fase vai até 18 a 25 dias após a sementeira, dependendo da cultivar, época de plantio e do manejo do solo e água. Irrigações em excesso nessa fase favorecem a maior incidência de fungos de solo, podendo comprometer o estande final. Deficiência de água também pode prejudicar a germinação, enquanto baixa uniformidade de irrigação pode acarretar germinação desuniforme.

O plantio deve ser realizado em solo previamente irrigado. A lâmina de água a ser aplicada, antes da sementeira, deve ser suficiente para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo nos primeiros 20 cm do solo. Dependendo do tipo e da umidade inicial do solo, a lâmina líquida a ser aplicada vai de 10-15 mm para solos de textura grossa e de 20-40 mm para os de texturas média e fina. Para gotejamento, a lâmina deve ser aplicada de forma fracionada em várias irrigações ao longo de 2-3 dias; duas irrigações por dia para solos arenosos e uma por dia para solos argilosos. Após a emergência, as irrigações devem ser leves e frequentes, procurando manter a umidade da camada superficial do solo (0 a 10 cm) próxima à capacidade de campo.

No segundo período da fase inicial deve reduzir a frequência irrigação e aumentar a profundidade de molhamento do solo, para simular déficit de água na camada mais superficial e estimular o desenvolvimento radicular para as camadas mais profundas e lateralmente.

Na fase inicial, a necessidade hídrica da cultura depende quase exclusivamente da evaporação da água da superfície do solo, sendo estimada a partir da fração de solo umedecido superficialmente, frequência de irrigação e demanda evapotranspirativa do ar.

Estádio Vegetativo

Compreende o período entre o estabelecimento inicial da cultura e o florescimento e pegamento dos frutos, o que corresponde a aproximadamente 80% do desenvolvimento

máximo da parte aérea. Na região maior produtora de melão do Brasil, esta fase se estende até 38 a 45 dias, dependendo da época do plantio, cultivar e manejo do solo e água. Deficiência moderada de água no início desta fase favorece o desenvolvimento do sistema radicular, permitindo maior intervalo entre irrigações e melhoria na eficiência da absorção de nutrientes. Limitações no desenvolvimento vegetativo das plantas, resultantes da ocorrência de déficit hídricos moderados, tem pequeno efeito na produção, desde que o suprimento de água no estágio de florescimento e frutificação seja adequado. Irrigações excessivas tanto neste quanto nos estádios seguintes favorecem maior incidência de doenças, além de lixiviação de nutrientes, especialmente de nitrogênio. Pequenos déficits hídricos no início do florescimento favorece o maior aparecimento de flores femininas.

Nessa fase, a necessidade hídrica tende a crescer a medida que a planta cresce, atingindo o máximo consumo de água no final desta fase.

Estádio Reprodutivo

O estágio reprodutivo vai do pegamento dos frutos até o início da maturação, é o mais crítico do meloeiro à deficiência de água no solo. Manejo inadequado da irrigação afeta a produtividade e a qualidade de frutos. Irrigações excessivas, especialmente por aspersão, podem aumentar a queda de flores e reduzir o pegamento de frutos. Deficiência de água reduz o pegamento e tamanho de frutos, comprometendo a produtividade, enquanto irrigações em excesso favorecem a ocorrência de podridões do colo da planta e de frutos e doenças foliares. Prolongados períodos de deficiência hídrica seguido de irrigação em excesso pode causar danos fisiológicos, como rachadura de fruto. Em condições onde doenças de fruto e foliares são problemáticas, irrigações freqüentes, especialmente por aspersão devem ser evitadas.

Nessa fase, a necessidade hídrica da cultura é máxima e a umidade do solo deve permanecer sempre próxima a capacidade de campo. O coeficiente de cultura basal (K_{cb}) para o melão amarelo é aproximadamente 1,0 e para os melões cataloupe é 0,75

Estádio de Maturação

Período entre o início da maturação de frutos (5-10 dias antes da primeira colheita) e a última colheita. Neste estágio há uma sensível redução da necessidade de água pela cultura (20 a 30%). Irrigações excessivas prejudicam a qualidade de fruto, reduzindo a conservação, os teores de sólidos solúveis e de açúcares, além de favorecer doenças.

As irrigações, quando realizada por sulcos, devem ser paralisadas cerca de 3-5 dias antes da última colheita para solos arenosos e 5-7 dias para solos de texturas média e fina. Para gotejamento, paralisar 1-3 dias antes da última colheita para solos arenosos e 2-4 dias para solos de texturas média e fina. Na região maior produtora de melão do país, a primeira colheita ocorre entre 60 e 65 dias se estendendo até 70 a 75 dias, dependendo do cultivar, época do ano e manejo da planta, solo e água.

Na fase de maturação o coeficiente de cultura vai caindo gradativamente – no final o Kcb é 0,7 e 0,5, respectivamente, para os melões amarelo e cantaloupe.

MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Manejo da água irrigação envolve uma série de medidas que objetivam responder quando e quanto irrigar. A reposição da água do solo no momento oportuno e na quantidade adequada envolve parâmetros relacionados à planta, ao solo e ao clima. Vários são os métodos disponíveis para o controle da irrigação; todos com suas vantagens e desvantagens. Métodos que permitem um controle criterioso, como o do balanço hídrico e o da tensão da água do solo, baseiam-se no conhecimento de características físico-hídricas do solo, necessidades hídricas específicas da cultura e fatores climáticos associados à evapotranspiração. Entretanto, estes métodos requerem equipamentos para o monitoramento da umidade do solo (tensiômetros, blocos de resistência elétrica etc.) e/ou equipamentos para estimativa da evapotranspiração (Tanque Classe A, termômetros, higrômetros, radiômetros etc.), além de pessoal qualificado. Por acreditar que são caros e de uso complicado, a grande maioria dos produtores não utilizam qualquer método de manejo, preferindo irrigar de forma empírica. Como resultado, as irrigações são muitas vezes realizadas de forma inadequada comprometendo a produtividade e qualidade de frutos.

Dentre as vantagens associadas a adoção de um programa adequado de manejo destacam: aumento da produtividade, qualidade de fruto e da rentabilidade da cultura e otimização no uso de água, energia, nutrientes e agrotóxicos e, portanto, maior sustentabilidade ambiental.

No manejo da irrigação, o uso de tensiômetro é fundamental para controlar a irrigação, sobretudo, o momento de se irrigar. O tensiômetro, que indica o status da água do solo para a planta em termos de potencial matricial, deve ficar um na região de maior densidade radicular (10 e 25 cm de profundidade e distanciado de 15 a 20 cm do colo da planta e do gotejador) e outro abaixo do sistema radicular (40 a 50 cm), para saber se

densidade radicular (10 e 25 cm de profundidade e distanciado de 15 a 20 cm do colo da planta e do gotejador) e outro abaixo do sistema radicular (40 a 50 cm), para saber se está havendo percolação profunda excessiva. O valor do potencial matricial médio no intervalo entre irrigações deve ser de 10 a 15 kPa para solo de textura grossa, 15 a 20 kPa para solo de textura média e 18 a 25 kPa para solos de textura fina.

Método do Turno de Rega Simplificado

O cultivo do meloeiro é realizado principalmente em regiões semi-áridas ou períodos onde a ocorrência de chuvas é pouco significativa. Sob tais condições, a variabilidade da evapotranspiração de ano para ano é pequena, o que torna possível manejar a irrigação a partir de dados climáticos históricos e tipo de solo da região. Desta forma, é apresentado a seguir um método simplificado que não requer a utilização de equipamentos para manejo da irrigação. Este possibilita estimar valores de turno de rega e lâmina de irrigação, para cada estágio de desenvolvimento do meloeiro, em função das condições climáticas média da região (temperatura e umidade relativa do ar), tipo de solo, profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e sistema de irrigação.

Do ponto de vista do irrigante, a possibilidade de antever as prováveis datas e lâminas de água necessárias é altamente desejável, vistos que as práticas culturais e as necessidades de trabalho podem ser previamente planejadas. O procedimento de utilização do método é apresentado simultaneamente com um exemplo de cálculo para cada sistema de irrigação.

Irrigação por gotejamento

Considere que se deseja determinar o turno de rega e o tempo de irrigação para a seguinte condição:

- Local: Mossóro/RN
- Solo: textura grossa (arenoso);
- Época: setembro;
- Temperatura média do ar: 28 °C;
- Umidade relativa média do ar: 75%;
- Estádio: frutificação.

Passo 1: Determinar na Tabela 4 a evapotranspiração de referência (ET_o) em função de dados históricos médios de temperatura e umidade relativa do ar disponíveis na

região. Valores aproximados podem ser obtidos em mapas mensais disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia no site <http://www.inmet.gov.br/>, ou procurar dados de estação climática na região, mais próxima

Pela Tabela 4, para a temperatura de 28 °C e umidade relativa de 75%, obtêm-se $ET_o = 4,2$ mm/dia.

Passo 2: Determinar na Tabela 5 o coeficiente de cultura (K_c) para cada estágio de desenvolvimento.

Pela Tabela 5, para o estágio de frutificação e irrigação por gotejamento, tem-se $K_c = 1,10$.

Passo 3: Determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) para cada estágio de desenvolvimento:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (5)$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura, mm/dia;

K_c = coeficiente de cultura, adimensional;

ET_o = evapotranspiração de referência, mm/dia.

Pela equação 3, para $K_c = 1,10$, $ET_o = 4,2$ mm/dia obtêm-se:

$$ET_c = 1,10 \times 4,2 \text{ mm/dia} = 4,6 \text{ mm/dia}$$

Passo 4: Determinar a profundidade efetiva do sistema radicular (Z) para cada estágio da cultura.

Não se deve considerar todo o perfil do solo explorado pelas raízes, mas apenas a profundidade efetiva, que corresponde à camada onde se encontra cerca de 80 % do sistema radicular. Na Tabela 5 são apresentados intervalos de profundidade nos diferentes estádios do meloeiro. Entretanto, diversos fatores tais como textura de solo, fertilidade, práticas culturais, solos rasos, irrigações muito freqüentes e horizontes fortemente diferenciados podem afetar o desenvolvimento das raízes. Para uma melhor estimativa da profundidade efetiva é aconselhável avaliar o sistema radicular no próprio local de cultivo. A abertura de uma trincheira perpendicularmente à linha de plantio permite uma avaliação visual da profundidade a ser considerada.

Pela Tabela 5, a profundidade efetiva durante o estágio de frutificação pode variar entre e 30-40 cm. Para a maioria dos solos da região Nordeste a profundidade efetiva neste estágio é de $Z = 30$ cm.

Pela Tabela 6, para $ET_c = 4,6$ mm/dia, $Z = 30$ cm, solo de textura grossa e irrigação por gotejamento, o turno de rega recomendado na fase de frutificação no mês de setembro é de $TR = 2$ vezes por dia = 0,5 dia.

Passo 6: Determinar a eficiência de irrigação do sistema de irrigação.

A eficiência de irrigação, para sistemas por gotejamento devidamente dimensionados, varia entre 80-95%. Todavia, é comum se observar no campo sistemas com eficiência entre 60-80%, seja em razão de dimensionamento inadequado, equipamento de baixa qualidade ou manutenção inadequada (principalmente entupimento). Assim, em vez de se utilizar valores de eficiência fornecidos pela empresa revendedora, recomenda-se sua determinação diretamente no campo a cada safra. Isto pode ser feito medindo-se a vazão dos gotejadores sob condições normais de operação. Um critério é medir a vazão de 10 gotejadores ao longo de 6 linhas laterais, onde os gotejadores devem estar igualmente espaçados ao longo da lateral, incluindo-se o primeiro e o último, assim como as laterais em relação ao setor avaliado. A eficiência de irrigação é computada por:

$$E_i = 100 \times \frac{\bar{q}_{25\%}}{\bar{q}_{100\%}} \times E_p \quad (6)$$

em que:

E_i = eficiência de irrigação, %;

$\bar{q}_{25\%}$ = média das 25 % menores vazões medidas;

$\bar{q}_{100\%}$ = média das vazões de todos os gotejadores.

E_p = é a eficiência devido à percolação profunda não controlável ou à necessidade de lixiviação, escolhendo quem for menor.

Para efeito deste exemplo, considerar uma eficiência de $E_i = 85$ %. Esta eficiência depende tanto da uniformidade de distribuição de vazão, como da percolação profunda na controlável ou da necessidade de lixiviação. Maiores detalhes de cálculo pode ser visto na Tabela 7.

Passo 7: Determinar o volume total de água a ser aplicado por irrigação para cada estágio de desenvolvimento:

$$V_t = 1000 \times \frac{ET_c \times TR \times A_i}{E_i} \quad (7)$$

em que:

V_t = volume total de água a ser aplicado por irrigação, m^3 ;

$$V_t = 1000 \times \frac{ET_c \times TR \times A_i}{E_i} \quad (7)$$

em que:

V_t = volume total de água a ser aplicado por irrigação, m^3 ;

TR = turno de rega, dia;

A_i = área irrigada por vez, ha;

E_i = eficiência de irrigação, %.

Considerando uma área a ser irrigada de 2 ha e eficiência de irrigação de 85%, tem-se que o volume de água a ser aplicado por irrigação é de:

$$V_t = 1000 \times \frac{4,6 \text{ mm/dia} \times 0,5 \text{ dia} \times 2 \text{ ha}}{85 \%} = 54 \text{ m}^3$$

Passo 8: Calcular o tempo de irrigação para aplicação do volume de água necessário:

$$T_i = 6 \times \frac{V_t \times SI \times S_g}{A_i \times V_g} \quad (8)$$

em que:

T_i = tempo de irrigação, min;

SI = espaçamento entre laterais, m;

S_g = espaçamento entre emissores, m;

A_i = área irrigada, ha;

V_g = vazão do gotejador, L/h.

Considerando um espaçamento entre linhas laterais de 2,0 m, espaçamento entre gotejadores de 0,30 m e vazão de gotejador de 2,0 L/h, tem-se que o tempo de cada irrigação, após a completa pressurização do sistema, é de:

$$T_i = 6 \times \frac{54 \times 2 \times 0,3}{2 \text{ ha} \times 2,0 \text{ L/h}} = 49 \text{ min}$$

Irrigação por sulco

Considere que se deseja determinar o turno de rega e o tempo de irrigação para a seguinte condição:

- Local: Juazeiro/BA
- Solo: textura fina;
- Período: dezembro;
- Temperatura média do ar: 28 °C;

Pela Tabela 4, para a temperatura de 28 °C e umidade relativa de 55%, obtêm-se $ET_o = 7,6$ mm/dia.

Passo 2: Determinar na Tabela 5 o coeficiente de cultura (K_c) para cada estágio de desenvolvimento.

Pela Tabela 5, para o estágio vegetativo e irrigação por sulco, tem-se $K_c = 0,85$.

Passo 3: Determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) para cada estágio de desenvolvimento utilizando-se a equação 5:

Pela equação 5, para $K_c = 0,85$ e $ET_o = 7,6$ mm/dia, tem-se:

$$ET_c = 0,85 \times 7,6 \text{ mm/dia} = 6,5 \text{ mm/dia}$$

Passo 4: Determinar a profundidade efetivada do sistema radicular da cultura (Z) para cada estágio de desenvolvimento.

Pela Tabela 5 a profundidade efetiva pode variar durante o estágio de florescimento de 25 a 40 cm. Para fins deste exemplo, a profundidade considerada será de $Z = 30$ cm.

Passo 5: Determinar na Tabela 6 o turno de rega para cada estágio da cultura, em função da evapotranspiração da cultura, profundidade efetiva do sistema radicular e textura do solo.

Pela Tabela 6, para $ET_c = 6,5$ mm/dia, $Z = 30$ cm, solo de textura fina e irrigação por sulco, o turno de rega recomendado na fase de floração no mês de dezembro, obtido por interpolação linear, é de $TR = 4$ dias.

Passo 6: Determinar a lâmina de água real necessária por irrigação:

$$LRN = TR \times ET_c \quad (9)$$

em que:

LRN = lâmina de água real necessária por irrigação, mm.

No exemplo em questão, tem-se que:

$$LRN = 4 \text{ dias} \times 6,5 \text{ mm/dia} = 26,0 \text{ mm/dia}$$

Passo 7: Calcular o tempo de irrigação para aplicação da lâmina real necessária. Vários são os fatores que podem afetar o tempo de irrigação no sistema por sulco. Dentre estes, a velocidade de infiltração básica de água no solo é sem dúvida o mais significativo. Por ser altamente variável, tais valores devem ser determinados na propriedade. Valores típicos de infiltração para solos de textura fina variam entre 0,06-0,30 L/min/m, para textura média entre 0,30-0,60 L/min/m e para textura grossa entre 0,60-1,80 L/min/m.

O tempo que a água deve permanecer no sulco após chegar ao seu final, ou seja, o tempo de oportunidade para aplicar a lâmina de irrigação real necessária é determinado por:

$$T_o = \frac{E_s \times LRN}{V_{ib}} \quad (10)$$

em que:

T_o = tempo de oportunidade (min);

E_s = espaçamento entre sulcos (m);

V_{ib} = velocidade de infiltração básica (L/min/m de sulco).

O tempo total de irrigação é dado pela soma do tempo necessário para a água atingir o final do sulco e do tempo de oportunidade, ou seja:

$$T_i = T_a + T_o \quad (11)$$

em que:

T_a = tempo de avanço (min).

Consideremos espaçamento de sulcos de 1,5 m e solo com velocidade de infiltração básica: 0,12 L/s/m. Assim, pela equação 10, tem-se que o tempo de oportunidade para aplicar uma lâmina de 10,0 mm é de:

$$T_o = \frac{1,5 \text{ m} \times 26,0 \text{ mm}}{0,12 \text{ L/min/m}} = 325 \text{ min}$$

Considerando sulcos com comprimento tal que o tempo de avanço seja $T_a = 70$ min, o tempo total de irrigação, dado pela equação 10, será de:

$$T_i = 325 \text{ min} + 70 \text{ min} = 395 \text{ min}$$

Método baseado na estimativa da ETo medida no tempo real

A precisão do método do turno de rega simplificado, apresentado anteriormente, pode ser sensivelmente melhorada calculando-se a ETo em tempo real, e não com base em dados climáticos históricos.

O método hoje recomendado pela FAO é o de Penman-Monteith, necessitando de dados de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar ou insolação. Planilhas eletrônicas ou programas, inclusive no site da FAO, estão disponibilizados gratuitamente

Adequação do Tempo de Irrigação

Variações climáticas bruscas ou ocorrência de chuvas afetam a necessidade de irrigação. Conseqüentemente, a quantidade de água a ser aplicada por irrigação calculada previamente em função dos dados históricos médios deve ser ajustada. Por exemplo, para períodos onde as condições climáticas são muito mais amenas que a normal histórica (baixa temperatura e alta umidade relativa do ar), a evapotranspiração da cultura pode ser reduzida em mais de 50%. Caso ocorram chuvas significativas (> 5 mm), as irrigações programadas durante o período chuvoso devem ser prorrogadas ou a quantidade de água aplicada reduzida.

O ajuste no tempo de irrigação pode ser feito recalculando a evapotranspiração da cultura considerando condições climáticas (temperatura e umidade relativa) para o período específico. Tal ajuste deve ser realizado apenas para períodos onde as condições climáticas atuais são bastante diferentes das condições climáticas normais históricas. Neste método simplificado de manejo, pequenas variações climáticas não devem ser consideradas, devendo-se aplicar a quantidade de água computado usando os dados climáticos históricos.

Exemplo:

Considere que na segunda semana do mês de setembro, o agricultor do exemplo anterior com gotejamento percebeu que o calor estava muito mais intenso que o normal na região. A temperatura e a umidade relativa média do ar estava 2°C acima do valor histórico (28 °C) e a umidade 10 menor (valor histórico = 75 %).

Passo 1: Pela Tabela 4, para a temperatura de 30 °C e umidade relativa de 65%, obtêm-se $E_{To} = 6,4$ mm/dia.

Passo 2: $K_c = 1,10$.

Passo 3: Pela equação 5 tem-se $E_{Tc} = 1,10 \times 6,4$ mm/dia = 7,0 mm/dia.

Passo 4: $Z = 30$ cm.

Passo 5: Pela Tabela 6, para $E_{Tc} = 7,0$ mm/dia, $Z = 30$ cm, solo de textura grossa e irrigação por gotejamento, o turno de rega recomendado na fase de frutificação é de $TR = 2$ vezes por dia = 0,5 dia.

Passo 6: Pela equação 5 para uma área irrigada de 2 ha e eficiência de irrigação de 85%, tem-se que o volume de água a ser aplicado por irrigação é de:

$$V_t = 1000 \times \frac{7,0 \times 0,5 \times 2}{85} = 82 \text{ m}^3$$

Passo 7: Pela equação 8 para espaçamento entre laterais de 2,0 m, espaçamento entre gotejadores de 0,30 m e vazão de gotejador de 2,0 L/h, tem-se:

$$T_i = 6 \times \frac{82 \times 2,0 \times 0,3}{2 \text{ ha} \times 2,0 \text{ L/h}} = 74 \text{ min}$$

Portanto, para esta nova condição climática, o tempo de cada irrigação deveria passar de 48 min para 74 min. Retornar ao tempo de irrigação de 48 min quando o clima voltar às condições normais.

LITERATURA CONSULTADA

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1)
- BOSWELL, M.J. **Micro-irrigation design manual**. El Cajon: Hardie Irrigation, 1990.
- CUENCA, R.H. **Irrigation system design; an engineering approach**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989. 552p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Roma: FAO, 1977. 144p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).
- FIPPS, G; DAINELLO, F.J. Growing cantaloupes with drip irrigation and plastic mulch. **Irrigation Journal**, v.46, n. 4, p.8-10, 1996.
- GILBERT, R.G.; FORD, H.W. Emitter clogging. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A., eds. **Trickle irrigation for crop production: design, operation and management**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.142-163.
- JENSEN, M.E. ed. **Consumptive use of water and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215p.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: VanNostrand Reinhold, 1990. 652p.
- LIMA, L.; SILVA, E. Irrigação por gotejamento em café. **ITEM**, Brasília, n.48, p.50-55, 2000.
- MARQUELLI, W.A. Desenvolvimento de critério para manejo simplificado da irrigação em regiões áridas e semi-áridas: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: SBEA-UFC, 2000. 3p. CD-ROOM. Trabalho nº 057.
- MARQUELLI, W.A.; SILVA, H.R. **Aspectos sanitários da água para fins de irrigação**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1998. 7p. (Comunicado Técnica da Embrapa Hortaliças, 5).
- MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1998. 15p. (Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 11).
- MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília, EMBRAPA-SPI-CNPH, 1996. 72p.
- NAKAYAMA, F.S. Water treatment. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A., eds. **Trickle irrigation for crop production: design, operation and management**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.164-187.
- PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; PEREIRA, J.R.; COSTA, N.D.; BRITO, L.T.L.; FARIA, C.M.B.; MACIEL, J.L. **Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes via água de irrigação**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 24p. (EMBRAPA-CPATSA Circular Técnica 36).
- RINCÓN, L. Estimación de las necesidades hídricas del melón. In: NAMESNY, A. **Melones**. Reus: Ediciones de Horticultura, 1997. Cap. 11, p.95-103.
- SOUSA, V.F.; COELHO, E.; SOUZA, V.A.B. Freqüência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.659-664, 1999a.
- SOUSA, V.F.; RODRIGUES, B.H.; ATHAYDE SOBRINHO, C; COELHO, E.F.; VIANA, F.M.P.; SILVA, P.H.S. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 1999b. 68p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 21).

TABELA 1. Critério para seleção do tipo de filtro para sistema de irrigação por gotejamento.

Material orgânico	Material inorgânico	Tipo de filtro*
< 5 mg/L	< 5 mg/L	Tela manual
	5 a 10 mg/L	Disco manual
	> 10 mg/L	Tela ou disco automático
5 a 10 mg/L	< 5 mg/L	Tela ou disco automático
	5 a 10 mg/L	Areia manual
	> 10 mg/L	Areia manual
> 10 mg/L		Areia automático

* Se disco de areia for recomendado, deve-se usar um filtro de tela ou disco em série para evitar que areia do filtro atinja os gotejadores.

Fonte: Lima & Silva (2000).

TABELA 2. Risco potencial de obstrução de gotejadores em função da qualidade da água de irrigação.

Problema	Restrição de uso		
	Pequeno	Moderado	Severo
Físico			
Sólidos suspensos (mg/L)	< 50	50 - 100	> 100
Químico			
pH	< 7,0	7,0 - 8,0	> 8,0
Sólidos dissolvidos (mg/L)	< 500	500 - 2.000	> 2.000
Manganês (mg/L)	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Ferro total (mg/L)	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Ácido sulfídrico (mg/L)	< 0,5	0,5 - 2,0	> 2,0
Biológico			
Bactérias (nº/ml)	< 10.000	10.000 - 50.000	> 50.000

Fonte: Gilbert & Ford (1986).

TABELA 3. Diretrizes para interpretação da qualidade da água de irrigação, com relação aos aspectos químicos.

Problema	Restrição de uso		
	Nenhum	Moderado	Severo
Salinidade			
CEa (dS/m)	<0,7	0,7 - 3,0	>3,0
STD (mg/L)	<450	450 - 2000	>2000
Permeabilidade do solo			
RAS = 0-3; CEa (dS/m) =	>1,2	1,2 - 0,3	<0,3
RAS = 3-6; CEa (dS/m) =	>1,2	1,9 - 0,5	<0,5
RAS = 6-12; CEa (dS/m) =	>2,9	2,9 - 1,3	<1,3
RAS = 12-20; CEa (dS/m) =	>2,9	2,9 - 1,3	<1,3
RAS = 20-40; CEa (dS/m) =	>5,0	5,0 - 2,9	<2,9
Toxidez			
Sódio (RAS)	<3,0	3,0 - 9,0	>9,0
Cloreto (meq/L)	<4,0	4,0 - 10,0	>10,0
Boro (mg/L)	<0,7	0,7 - 2,0	>2,0
NH ₄ e NO ₃ (mg/L)	<5,0	5,0 - 30,0	>30,0

CEa = condutividade elétrica da água; STD = sólidos totais solúveis; RAS = razão de absorção de sódio.
 Fonte: Ayers & Westcot (1991).

TABELA 4. Evapotranspiração de referência (ET_o), em mm/dia, em função da temperatura e umidade relativa média do ar.

Temp (°C)	Umidade relativa (%)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
20	7,3	6,7	6,1	5,5	4,9	4,3	3,6	3,0	2,4
22	8,0	7,3	6,6	6,0	5,3	4,6	4,0	3,3	2,7
24	8,6	7,9	7,2	6,5	5,8	5,0	4,3	3,6	2,9
26	9,4	8,6	7,8	7,0	6,2	5,5	4,7	3,9	3,1
28	10,1	9,3	8,4	7,6	6,7	5,9	5,1	4,2	3,4
30	10,9	10,0	9,1	8,2	7,3	6,4	5,4	4,5	3,6
32	11,7	10,7	9,7	8,8	7,8	6,8	5,8	4,9	3,9
34	12,5	11,5	10,4	9,4	8,4	7,3	6,3	5,2	4,2

Obs.: Valores de ET_o nos intervalos de umidade relativa e temperatura apresentados podem ser obtidos por interpolação linear.

Fonte: Computado a partir da equação de Ivanov (Jensen, 1973).

TABELA 5. Coeficiente de cultivo (Kc) e profundidade efetiva do sistema radicular (Z) nos diferentes estádios de desenvolvimento do meloeiro, em função do sistema de irrigação.

Estádio	Kc*			Z (cm)
	Aspersão/sulcos	Gotejamento		
		Solo nú	Plástico*	
Inicial (I)	0,45	0,50	0,25	5-10
Vegetativo (II)	0,75	0,75	0,50	15-25
Reprodutivo (III)	1,00	1,10	0,90	30-40
Maturação (IV)	0,70	0,85	0,60	30-40

* Plantio em solo com cobertura plástica ("Mulch").

Fonte: Adaptado de Marouelli et al. (1996), Fipps & Dainello (1996) e Sousa et al. (1999b).

TABELA 6. Sugestão de turno de rega (dias) para a cultura do meloeiro em função da evapotranspiração da cultura (ETc), profundidade de raízes, tipo de solo e sistema de irrigação.

ETc (mm/dia)	Profundidade efetiva de raízes (cm)								
	10			30			50		
	Textura do solo			Textura do solo			Textura do solo		
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
Gotejamento									
2	2 x dia	1	1	1	3	5	--	--	--
3	2 x dia	2 x dia	1	1	2	3	2	4	5
4	3 x dia	2 x dia	2 x dia	2 x dia	1	2	1	3	4
5	3 x dia	2 x dia	2 x dia	2 x dia	1	2	1	2	3
6	4 x dia	3 x dia	2 x dia	2 x dia	1	1	1	2	2
7	5 x dia	3 x dia	2 x dia	2 x dia	1	1	2 x dia	1	2
8	--	--	--	2 x dia	2 x dia	1	2 x dia	1	2
9	--	--	--	3 x dia	2 x dia	1	2 x dia	1	1
10	--	--	--	3 x dia	2 x dia	1	2 x dia	1	1
11	--	--	--	3 x dia	2 x dia	1	2 x dia	1	1
12	--	--	--	3 x dia	2 x dia	2 x dia	2 x dia	1	1
Sulcos									
2		4	5		11	15		--	--
3		3	3		7	10		12	18
4		2	3		5	8		9	13
5		2	2		4	6		7	10
6		1	2		4	5		6	8
7		1	2		3	4		5	7
8		--	--		3	4		5	6
9		--	--		3	3		4	6
10		--	--		2	3		4	5
11		--	--		2	3		3	5
12		--	--		2	2		3	4
Aspersão									
2	1	2	4	4	8	12	--	--	--
3	1	2	2	3	5	8	5	9	13
4	1	1	2	2	4	6	3	7	10
5	2 x dia	1	1	2	3	5	3	5	8
6	2 x dia	1	1	1	3	4	2	4	7
7	2 x dia	1	1	1	2	3	2	4	6
8	--	--	--	1	2	3	2	3	5
9	--	--	--	1	2	3	2	3	4
10	--	--	--	1	2	2	1	3	4
11	--	--	--	1	1	2	1	2	4
12	--	--	--	1	1	2	1	2	3

Obs: Textura grossa: areia, areia franca, franco arenoso.

Textura média: franco, franco siltoso, franco argilo-arenoso, silte.

Textura fina: franco argilo-siltoso, franco argiloso, argila arenosa, argila siltosa, argila, muito argiloso.

Tabela 7. Eficiência de aplicação em irrigação localizada de alta frequência

CEa* (dS/m)	Solo	Eu	Ep	Es	Ea
1,5	Arenoso	0,90	0,900	0,95	Eu x Ep = 0,81
	Franco-arenoso	0,90	0,925	0,95	Eu x Ep = 0,83
	Franco	0,90	0,950	0,95	Eu x Ep = 0,86
	Franco-argiloso	0,90	0,975	0,95	Eu x Es = 0,86
	Argiloso	0,90	1,000	0,95	Eu x Es = 0,86
2	Arenoso	0,90	0,900	0,93	Eu x Ep = 0,81
	Franco-arenoso	0,90	0,925	0,93	Eu x Ep = 0,83
	Franco	0,90	0,950	0,93	Eu x Es = 0,84
	Franco-argiloso	0,90	0,975	0,93	Eu x Es = 0,84
	Argiloso	0,90	1,000	0,93	Eu x Es = 0,84
2.5	Arenoso	0,90	0,900	0,91	Eu x Ep = 0,81
	Franco-arenoso	0,90	0,925	0,91	Eu x Es = 0,82
	Franco	0,90	0,950	0,91	Eu x Es = 0,82
	Franco-argiloso	0,90	0,975	0,91	Eu x Es = 0,82
	Argiloso	0,90	1,000	0,91	Eu x Es = 0,82
3	Arenoso	0,90	0,900	0,89	Eu x Es = 0,80
	Franco-arenoso	0,90	0,925	0,89	Eu x Es = 0,80
	Franco	0,90	0,950	0,89	Eu x Es = 0,80
	Franco-argiloso	0,90	0,975	0,89	Eu x Es = 0,80
	Argiloso	0,90	1,000	0,89	Eu x Es = 0,80
3.5	Arenoso	0,90	0,900	0,88	Eu x Es = 0,79
	Franco-arenoso	0,90	0,925	0,88	Eu x Es = 0,79
	Franco	0,90	0,950	0,88	Eu x Es = 0,79
	Franco-argiloso	0,90	0,975	0,88	Eu x Es = 0,79
	Argiloso	0,90	1,000	0,88	Eu x Es = 0,79

Eu – eficiência devido a uniformidade de vazão; Ep – devido as perdas por percolação não controlável; Es – devido a necessidade de lixiviação; Ea – eficiência de aplicação.