

Irrigação na cultura da melancia

108

**Circular
Técnica**

Brasília, DF
Outubro, 2012

Autores

**Waldir Aparecido
Marouelli**

Eng. Agríc., Ph.D.,
Embrapa Hortaliças
waldir@cnph.embrapa.br

Marcos Brandão Braga

Eng. Agr., D.Sc.,
Embrapa Hortaliças
marcos.braga@cnph.
embrapa.br

Aderson Soares de

Andrade Júnior
Eng. Agr., D.Sc.,
Embrapa Meio-Norte
aderson@cnpmn.embrapa.br



Introdução

A melancia é uma espécie de clima tropical, pouco tolerante ao frio. Seu cultivo no período chuvoso é prejudicado em razão da maior ocorrência de doenças, menor produtividade e pior qualidade de frutos, com destaque ao menor teor de sólidos solúveis totais.

A área cultivada de melancia no Brasil é cerca de 90 mil hectares anuais, com produção em torno de 2,0 milhões de toneladas de frutos. Os principais estados produtores são Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, São Paulo, Tocantins, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Pará.

A irrigação é uma prática altamente vantajosa na produção de melancia, sobretudo em regiões com precipitação mensal abaixo de 100 mm ou em regiões sujeitas a ocorrência de veranicos. Além de possibilitar incrementos de produtividade e a obtenção de frutos de melhor qualidade, o uso da irrigação viabiliza a produção na entressafra, quando os preços são mais atrativos ao produtor.

A escolha e o dimensionamento adequado do sistema de irrigação é a base para se conseguir um suprimento correto de água às plantas. Por meio de irrigações uniformes e precisas é possível garantir alta produtividade, com maior eficiência no uso de água e de nutrientes pelas plantas.

O cultivo da melancia adapta-se bem a solos de textura média, com boa drenagem e adequada fertilidade, porém as plantas também se desenvolvem bem em solos com baixa capacidade de retenção de água e baixa fertilidade, desde que as irrigações e fertigações sejam realizadas visando suprir as necessidades hídricas e de nutrientes das plantas.

O crescimento das plantas e a produtividade de frutos podem ser prejudicados quando o cultivo é realizado em solos mal drenados, rasos, muito argilosos e/ou compactados, sobretudo durante a estação chuvosa ou quando se irriga em excesso, pois as plantas não toleram condições de solo com baixa aeração. Solos encharcados prejudicam a respiração das raízes, provocando o amarelecimento das plantas e até mesmo sua morte.

O sistema radicular da cultura é do tipo pivotante e suas ramificações podem atingir 3,0 m de comprimento, com formação de gavinhas que fixam a planta ao solo, mas não enraízam. Mesmo assim, o sistema radicular é extenso, apresentando maior crescimento no sentido horizontal, sobretudo quando as regas são realizadas por aspersão e ou sulco, com 100% de molhamento da superfície do solo. A profundidade efetiva¹ do sistema radicular da cultura da melancia, nas principais regiões produtoras no Brasil, atinge entre 30 cm e 40 cm, podendo em algumas condições ultrapassar 60 cm.

O objetivo da presente circular técnica é apresentar aspectos gerais e relevantes sobre os principais sistemas de irrigação utilizados no Brasil no cultivo da melancia, assim como descrever informações técnicas que possibilitem a produtores e técnicos ligados ao setor produtivo aprimorar o manejo da água de irrigação.

Sistemas de Irrigação

A cultura da melancia pode ser irrigada por diversos sistemas de irrigação. A escolha daquele mais apropriado depende das condições de solo e clima da região, topografia do terreno, quantidade e qualidade do suprimento hídrico disponível, além do nível econômico e tecnológico do produtor.

¹ Profundidade do solo onde estão contidas cerca de 80% das raízes da cultura.

Produtores de melancia têm utilizado principalmente os sistemas por aspersão e por sulco. No entanto, tem sido crescente a área de produção de melancia irrigada por gotejamento no Nordeste do Brasil. Em regiões específicas, o suprimento de água às plantas tem sido realizado por meio do manejo do lençol freático².

Sistema por aspersão

Entre os sistemas por aspersão, os mais utilizados na produção da melancia são os do tipo convencional³ (portátil, semiportátil e fixo), sobretudo utilizando aspersores de porte médio e do tipo canhão. Já em grandes áreas de produção, tem-se utilizado o sistema pivô central (Figura 1), como na região do Cerrado. Alguns poucos produtores utilizam o sistema do tipo autopropelido (Figura 2).

Os sistemas por aspersão podem ser utilizados em diferentes tipos de solos e topografia, são simples de manejar e apresentam maior eficiência de irrigação do que os sistemas superficiais.

Para aspersores rotativos de impacto, a pressão de serviço⁴ recomendada varia entre 2 kgf/cm² e 6 kgf/cm², sendo de 2 kgf/cm² e 3 kgf/cm² para os aspersores de pequeno porte, de 3 kgf/cm² e 4 kgf/cm² para os aspersores médios e de 4 kgf/cm² e 6 kgf/cm² para os aspersores grandes.

Para o bom funcionamento do sistema de irrigação por aspersão é fundamental a escolha correta do espaçamento entre linhas laterais de aspersores e entre aspersores ao longo da lateral para que o sistema de irrigação aplique a água às plantas com uniformidade de distribuição aceitável. A escolha dos aspersores e dos espaçamentos estão basicamente relacionados com a velocidade de infiltração de água no solo e velocidade do vento, respectivamente. Como regra geral, o espaçamento deve ser tal que possibilite que um aspersor jogue água no "pé" do outro.

² Depósito de água existente (natural) ou que se forma sobre uma camada impermeável subterrânea.

³ A designação convencional está ligada ao aspecto histórico da introdução deste sistema de irrigação.

⁴ Pressão média da água na saída do emissor para a qual o sistema de irrigação deve funcionar.

Foto: Waldir Aparecido Marouelli



Figura 1. Sistema de irrigação por aspersão tipo pivô central em lavoura de melancia.

Foto: Édio Luis da Costa



Figura 2. Sistema de irrigação por aspersão tipo autopropelido em lavoura de melancia.

A irrigação por aspersão favorece a maior ocorrência de doenças foliares e de frutos, como antracnose (*Colletotrichum orbiculare*), crestamento gomoso do caule (*Didymella bryoniae*), míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) e podridão dos frutos (*Erwinia carotovora*) em razão de molhar a parte aérea das plantas e toda a superfície do solo sobre a qual as ramas, folhas e frutos se desenvolvem. Propicia também maior infestação de plantas daninhas nas entrelinhas da cultura, pois a água é

aplicada sobre toda superfície do solo. A aspersão, por outro lado, reduz substancialmente a severidade de oídio (*Erysiphe cichoracearum*) em razão da ação mecânica das gotas de água que danifica as estruturas vegetativas e reprodutivas do fungo.

Sistema por sulco

A irrigação por sulco (Figura 3) tem sido adotada principalmente por produtores do Submédio São Francisco e dos estados de Goiás e Roraima, pois encontra condições específicas de solo e relevo favoráveis à sua utilização. Em muitos perímetros irrigados do Nordeste, no entanto, este sistema vem sendo substituído por outros mais eficientes, sobretudo o gotejamento.

Relativamente à aspersão, o sistema por sulco apresenta menor custo de implantação, menor ocorrência de doenças da parte aérea (não molha a folhagem), exceto de oídio, e menor infestação de plantas daninhas (molha somente parte da superfície do solo), porém requer grande demanda de mão de obra e apresenta baixa eficiência (inferior a 5%), sobretudo quando o dimensionamento do sistema e as regas são realizados sem critério técnico. Eficiências de irrigação acima de 65% podem ser obtidas desde que o terreno seja adequadamente sistematizado (nivelado), o solo apresente baixa taxa de infiltração e a declividade, o comprimento, as vazões de água nos sulcos e os tempos de irrigação sejam determinados de forma adequada. Em solos com alta taxa de infiltração de água e em terrenos de topografia irregular não se recomenda o uso deste sistema.



Figura 3. Sistema de irrigação por sulco em lavoura de melancia.

Foto: Mateus Figueiredo Santos

Os sulcos devem ser feitos próximo às plantas, pelo lado mais alto do terreno, seguindo as curvas de nível da área. As sementes ou as mudas devem ser plantadas dentro da faixa molhada para que as plantas não sofram falta de água ou estresse devido a acúmulo de sais (regiões com risco de salinidade) nas áreas adjacentes à faixa molhada.

A prática de condução ou “penteamento” das ramas, que consiste no afastamento das ramas para fora dos sulcos de irrigação, deve ser feita periodicamente a fim de não prejudicar o deslocamento e a distribuição da água ao longo dos sulcos e para minimizar a ocorrência de doenças na lavoura.

Sistemas localizados

O método de irrigação localizada compreende os sistemas em que a água é aplicada próximo à planta, com molhamento parcial da superfície do solo, tais como o gotejamento (Figura 4), a microaspersão e a microbacia com mangueira. A irrigação por gotejamento é destacadamente o sistema localizado mais utilizado por produtores de melancia em todo o mundo.

O gotejamento é o sistema que apresenta maior eficiência de irrigação e que requer menor quantidade de água para a produção de melancia. A economia de água, em relação à aspersão, varia entre 30% e 50%, podendo chegar a mais de 80% quando comparado à irrigação por sulco.



Figura 4. Sistema de irrigação por gotejamento em lavoura de melancia.

A maior economia de água no gotejamento se deve ao sistema molhar parte da superfície do solo, reduzindo as perdas de água por evaporação principalmente durante a primeira metade do ciclo da cultura. A principal desvantagem do gotejamento é seu alto custo de implantação, que pode chegar a três vezes os dos sistemas por aspersão e a dez vezes o sistema por sulco.

Quando realizada de forma correta, a irrigação por gotejamento possibilita incrementos consideráveis de produtividade de frutos e de eficiência no uso de água pelas plantas de melancia (kg de fruto por metro cúbico de água). Enquanto na irrigação por sulco a eficiência no uso de água geralmente varia de 2 kg/m³ a 4 kg/m³ e na irrigação por aspersão de 4 kg/m³ a 6 kg/m³, plantas de melancia irrigadas por gotejamento apresentam eficiência entre 6 kg/m³ e 10 kg/m³.

Irigar por gotejamento sem o uso da fertirrigação, no entanto, geralmente não proporciona ganhos de produtividades e econômicos compensadores. Isto acontece em razão de a irrigação por gotejamento restringir o volume de solo explorado pelas raízes das plantas, tornando-se imprescindível manter o nível adequado de fertilidade na zona radicular da cultura por meio do fornecimento parcelado dos nutrientes.

Para um bom desenvolvimento da cultura da melancia irrigada por gotejamento é recomendado que os gotejadores sejam dispostos de forma a molhar entre 35% e 60% da superfície do solo. O número de gotejadores por cova ou o espaçamento entre gotejadores ao longo da lateral, para a obtenção desta fração de área molhada, depende do espaçamento entre plantas e do volume do bulbo molhado formado pelo gotejador, que é função do tipo de solo.

Quando a cultura é plantada em espaçamentos mais adensados (3,0 m x 1,0 m até 2,0 m x 0,5 m), com uma planta por cova, deve-se optar pela formação de uma faixa contínua molhada, com a adoção de uma linha lateral de gotejadores por fileira de plantas. Dependendo da vazão dos gotejadores, a faixa de molhamento contínuo pode ser conseguida espaçando os gotejadores entre 20 cm e 30 cm, no caso de solos de textura arenosa, e entre 30 cm e 50 cm no caso de solos de texturas média e argilosa ou mesmo solos arenosos sobrepondo camada de

baixa permeabilidade. Em espaçamentos maiores (3,0 m x 2,0 m, 2,0 m x 2,0 m), normalmente usa-se um ou dois gotejadores por cova. Para solos com limitação para formação de bulbos molhados, podem ser necessários quatro gotejadores por cova com intuito de aumentar a área molhada e, conseqüentemente, o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

A irrigação localizada utilizando microaspersores também pode ser realizada no cultivo da melancia. Entretanto, em se tratando de irrigação localizada, a preferência tem sido pelo gotejamento, que tem a vantagem de não molhar a parte aérea das plantas e diminuir a incidência de doenças. Um microaspersor por cova é normalmente suficiente para que se alcance um molhamento de 35% a 60% da superfície do solo. Dependendo do espaçamento entre plantas e do raio de alcance do microaspersor, pode-se adotar o procedimento de molhamento em faixas.

Em áreas pequenas e quando a mão de obra não é fator limitante, produtores de melancia com baixa capacidade de investimento têm utilizado o sistema de irrigação localizado com mangueira. O sistema consiste de tubulações de PVC, com diâmetro variando de 35 a 50 mm, de onde a água é desviada e distribuída para as plantas por meio de mangueiras flexíveis (15-25 mm de diâmetro) conectadas ao longo da tubulação. Cada cova é irrigada individualmente, sendo comum a construção de uma microbacia ao redor da cova para evitar o escoamento da água. Relativo à irrigação por sulco, o sistema com mangueira apresenta as vantagens de poder ser empregado em qualquer tipo de solo e topografia e propiciar maior eficiência de irrigação, pois não há perdas de água ao longo (percolação) e no final (escoamento) dos sulcos. Este sistema exige investimento um pouco superior ao por sulco.

Sistemas subsuperficiais

Na região do Vale do Rio Araguaia, nos estados de Goiás e Tocantins, o sistema de irrigação subsuperficial tem sido utilizado com sucesso por muitos produtores de melancia. Neste sistema, a água é aplicada sob a superfície do solo por meio da ascensão capilar com a criação e/ou controle de um lençol freático.

O lençol freático pode ser mantido a uma profundidade fixa preestabelecida, dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura e do tipo de solo, por meio do controle do nível da água nos canais de irrigação/drenagem. Neste caso, o solo na zona radicular é umedecido em consequência da elevação da água através dos poros do solo. Outro tipo de manejo usado é a elevação e o rebaixamento periódico do lençol freático pelo fechamento e abertura de comportas instaladas ao longo dos canais de irrigação. A elevação do lençol freático deve ocorrer a todo o momento que a umidade na zona radicular da cultura seja deficiente.

A irrigação subsuperficial é caracterizada pelo baixo investimento inicial – desde que as condições locais sejam propícias para sua utilização – e pela baixa demanda de energia e de mão de obra. Requer, todavia, água em abundância, solos planos ou sistematizados com uma camada superficial permeável sobrepondo outra camada de baixa permeabilidade em torno de 1,5 m de profundidade. Por ser aplicada abaixo da superfície do solo, a água não molha as folhas e nem lava os agrotóxicos aplicados, aumentando a eficiência dos produtos aplicados e reduzindo a ocorrência de doenças foliares.

Cuidados e manutenção do sistema

O dimensionamento hidráulico de um sistema de irrigação inclui, entre outros aspectos, a definição da vazão de projeto, a determinação de diâmetros e comprimentos de tubulações, do modelo e potência da motobomba e da taxa de aplicação de água, devendo ser realizado por profissionais especializados. No caso do sistema por sulco, é necessária ainda a determinação do comprimento adequado dos sulcos, da vazão máxima não erosiva e da vazão mínima capaz de manter todo o sulco com água.

Sistemas de irrigação mal dimensionados, tanto agrônômica quanto hidráulicamente, distribuem água de maneira desuniforme, o que compromete o desenvolvimento das plantas e aumentam os gastos de água e de energia. Adicionalmente, podem acarretar problemas de erosão, em razão do escoamento superficial, e perdas de nutrientes por lixiviação, sem contar as perdas financeiras resultantes da redução de produtividade e

substituição de equipamentos. Mesmo quando dimensionado e instalado de forma adequada, o sistema de irrigação pode sofrer modificações ao longo do tempo ou ser transferido de área sem a devida adequação técnica, o que modifica seu desempenho. Nestes casos, o produtor deve procurar assistência técnica especializada para avaliação e redimensionamento do sistema.

Além de aumentar a vida útil do equipamento, a manutenção preventiva e adequada visa manter o sistema de irrigação operando com eficiência máxima durante todo o ciclo da cultura. Bombas, motores e demais partes móveis do sistema devem ser mantidas conforme recomendação de manutenção do fabricante. Aspersores devem permanecer em posição vertical e ser inspecionados periodicamente, assim como borrachas de vedação, registros, válvulas de derivação e outros acessórios devem ser substituídos quando apresentarem sinais de vazamentos. Problemas de vazamentos, além de provocar desperdício de água e de energia, diminuem a pressão de operação do sistema e a quantidade de água aplicada às plantas, prejudicando a uniformidade de distribuição de água e, conseqüentemente, o rendimento da cultura.

Os cuidados mais importantes com o sistema de irrigação estão relacionados, sobretudo, à pressão de serviço do sistema. Pressão abaixo da recomendada prejudica diretamente a uniformidade de distribuição de água e, conseqüentemente, a produtividade da cultura. Por outro lado, pressão muito alta compromete a integridade da tubulação e acessórios, acarreta maior consumo de energia e, no caso da aspersão, provoca a formação de gotas muito pequenas, favorecendo maior evaporação e deriva de água pelo vento, principalmente em dias com temperatura alta e umidade relativa baixa.

Para evitar sobrecarga do motor, principalmente elétrico, a partida da motobomba deve ocorrer com o registro de recalque (localizado após a saída da bomba) fechado, sendo este aberto lentamente até que a pressão de serviço, indicada no manômetro instalado logo após o mesmo, seja igual àquela prevista em projeto. No final da irrigação, deve-se proceder de forma inversa, ou seja, primeiro fechar o registro para depois desligar a bomba, a fim de evitar problemas de variações bruscas de pressão (golpe de aríete) no

interior da tubulação principal que pode refletir no conjunto motobomba.

Antes do dimensionamento e da instalação do sistema de irrigação, o técnico deve visitar a área em que o sistema será instalado, pois áreas muito declivosas e/ou com grande variabilidade de solos podem afetar a uniformidade de distribuição de água e acarretar problemas operacionais durante a irrigação. Para dimensionamento adequado do sistema é necessário um mapa planialtimétrico da área onde o sistema será instalado.

Para um adequado manejo de água, a área irrigada por um mesmo sistema deve ser a mais uniforme possível, quanto ao tipo de solo, declividade e histórico de atividade agrícola, principalmente em se tratando de pivô central. Na prática, todavia, podem ser observados sistemas instalados em áreas com distintos tipos de solos, condições de drenagem e idade de plantas. Nestes casos, se a lâmina de irrigação aplicada for maior que a necessária, ter-se-á, por exemplo, problemas de excesso de água na área com drenagem deficiente, favorecendo, sobretudo, doenças de solo e pior aeração na zona radicular, com prejuízos ao desenvolvimento da cultura.

Para o caso de áreas localizadas em setores específicos do pivô central, apresentando condições distintas de drenagem e/ou de retenção de água, deve-se adotar, quando possível, estratégias também distintas de irrigação para cada setor. Todavia, o que se observa é que tais áreas não têm formato definido, não permitindo que se adotem irrigações diferenciadas em cada setor do pivô central. A melhor estratégia, nestes casos, é irrigar toda a área do pivô central de forma uniforme, com intervalo entre regas estabelecido em função da área com menor capacidade de retenção de água, aplicando-se apenas a lâmina de água necessária.

Em áreas muito declivosas, deve-se dividir a área em setores com elevações similares visando compensar a maior vazão dos aspersores ou gotejadores localizados nas áreas mais baixas (maior pressão da água). Caso contrário ou se os tempos de irrigação forem iguais nas diferentes posições, as plantas localizadas nas áreas mais baixas receberão mais água que aquelas localizadas nas áreas mais altas. Em sistemas que utilizam reguladores de

pressão e/ou gotejadores autocompensantes, este problema pode ser consideravelmente amenizado.

No caso específico de irrigação localizada, principalmente gotejamento, deve-se ter atenção especial para com a qualidade da água utilizada. Isto por que a presença de impurezas orgânicas e inorgânicas na água e a injeção de fertilizantes podem provocar problemas de obstrução parcial ou total de gotejadores, além de desgaste em tubos e conexões.

Para prevenir e eliminar as impurezas presentes na água recomenda-se sua filtragem contínua e a lavagem periódica das linhas de gotejadores. Os filtros de disco e tela são indicados para eliminar praticamente quaisquer tipos de partículas em suspensão na água, mas são facilmente obstruídos por impurezas orgânicas. Os filtros de areia retêm grandes quantidades de partículas suspensas e de materiais orgânicos antes de serem obstruídos. De qualquer forma, o sistema de filtragem deve ser limpo periodicamente, especialmente quando há evidências de queda da pressão de serviço que prejudique o adequado funcionamento do sistema de irrigação. O uso de válvulas de final de linha, em cada lateral, também possibilita a limpeza automática de sedimentos que adentram ou se formam dentro da tubulação.

A presença de carbonatos, cálcio, magnésio, ferro, manganês e sulfetos na água favorece a formação de precipitados que irão obstruir filtros e gotejadores. Na região do Cerrado, por exemplo, a presença de ferro ocorre em diversas fontes de água.

Um procedimento utilizado para prevenir problemas de precipitação nas tubulações é a acidificação da água (pH 5,5- 7,0). No caso do ferro, por exemplo, a cloração e, sobretudo, a aeração da água tem sido empregada para precipitar deste elemento antes da adução, ou seja, antes que entre no sistema de irrigação.

Tendo em vista os problemas de qualidade da água para o sistema por gotejamento, sugere-se que o produtor procure assistência técnica especializada visando à adoção de medidas preventivas relacionadas ao tratamento da água. É comum encontrar produtores que perderam todas as linhas de gotejadores, em uma única safra, devido a problemas de obstrução de emissores.

Necessidades Hídricas da Cultura

A necessidade de água ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura da melancia varia entre 300 mm a 550 mm, sendo função do ciclo da cultivar, condições climáticas e sistemas de irrigação e de cultivo adotados. A quantidade total de água a ser aplicada é ainda maior em razão dos sistemas de irrigação não serem 100% eficientes. No caso de um sistema com 75% de eficiência, por exemplo, a lâmina total de água⁵ a ser aplicada poderá variar entre 400 mm e 733 mm.

Para fins de irrigação, o ciclo da melancia, que varia de 65 dias a 110 dias, pode ser dividido em quatro estádios: inicial (15-20 dias), vegetativo (15-30 dias), de formação da produção (25-40 dias) e de maturação (10-20 dias).

O estágio inicial vai do plantio até o início da ramificação, o estágio vegetativo inclui o período entre o início da ramificação até o início da floração, o estágio de formação da produção engloba a floração, frutificação e crescimento de frutos, e o estágio de maturação compreende o período em que as plantas entram em senescência natural⁶.

A cultura apresenta um consumo de água distinto ao longo de seu ciclo. A necessidade de água aumenta rapidamente a partir do desenvolvimento de ramos até as plantas cobrirem o solo.

A necessidade diária por planta, excluindo a evaporação do solo, varia de 1 litro a 4 litros, no estágio inicial, até 15 litros a 30 litros, durante o estágio de formação da produção, dependendo principalmente das condições climáticas e do espaçamento entre plantas.

Estudos realizados no vale do Gurguéia, estado do Piauí, com a cultivar Crimson Sweet, cultivada no espaçamento de 2,0 m x 1,0 m e com irrigação por gotejamento, quantificaram uma demanda diária de água por planta (transpiração + evaporação do solo) de 4 L durante o estágio inicial, 10 L durante o estágio vegetativo, 19 L durante o estágio de

⁵ Quantidade de água expressa como altura acumulada sobre uma superfície plana e impermeável, na ausência de evaporação, expressa em milímetros (mm). Assim, 1 mm (0,001 m) de água aplicado em 1 hectare (10.000 m²) representa um volume de 10.000 L (10 m³).

⁶ Processo natural de amadurecimento, quando as folhas começam a amarelecer e cair das plantas.

formação da produção e 14 L durante o estágio de maturação. O volume total de água aplicado foi de 800 L por planta, o que corresponde a uma lâmina de água de 400 mm.

Determinação da evapotranspiração da cultura

A evapotranspiração da cultura⁷ da melancia, ao longo de seu ciclo de desenvolvimento, pode ser determinada indiretamente a partir da evapotranspiração de referência⁸ utilizando-se coeficientes de cultura⁹, ajustados experimentalmente, por meio da seguinte relação:

$$ETc = Kc \times ETo \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm/dia);

ETo = evapotranspiração de referência (mm/dia);

Kc = coeficiente de cultura (adimensional).

Para a cultura da melancia irrigada por aspersão, com 100% de molhamento da superfície do solo e sem qualquer tipo de estresse, podem ser adotados os seguintes valores de Kc: 0,75 durante o estágio vegetativo; 1,10 durante o estágio de formação da produção; e 0,70 no estágio de maturação.

O valor de Kc durante o estágio inicial é altamente dependente do intervalo entre irrigações, pois a perda de água por evaporação é muito maior que a transpiração. Para as condições de solo e clima predominantes nas principais áreas de produção de melancia no Brasil, recomenda-se os seguintes valores de Kc durante o estágio inicial: 1,15 para turno de rega de um dia; 0,80 para turno de dois dias; 0,60 para turno de três dias; e 0,45 para turnos a partir de quatro dias.

⁷ Lâmina de água evaporada pelo solo e transpirada por uma cultura crescendo sem restrições, de modo a atingir seu pleno potencial de produção.

⁸ Lâmina de água evapotranspirada de uma superfície totalmente coberta por vegetação rasteira (grama), em fase de crescimento ativo e sem qualquer tipo de restrição.

⁹ Coeficiente empírico que permite calcular a ETc, num determinado estágio de desenvolvimento das plantas, a partir da ETo.

Em condições normais de cultivo, a ETc pode ser menor que a determinada utilizando os valores de Kc anteriores. Por exemplo, o déficit hídrico reduz a transpiração, enquanto o molhamento parcial da superfície do solo (gotejamento) reduz a evaporação. Para situações onde a evapotranspiração é limitada por condições de cultivo ou de manejo, a ETc na condição atual de cultivo (ETc_{atual}) pode ser estimada utilizando-se coeficientes de cultura ajustados para tais condições de cultivo ($ETc_{\text{atual}} = Kc_{\text{atual}} \times ETo$). Valores de Kc_{atual} podem ser determinados pela seguinte relação:

$$Kc_{\text{atual}} = Ks \times K_L \times Kc \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

Kc_{atual} = coeficiente de cultura na condição atual de cultivo (adimensional);

Ks = coeficiente de ajuste devido ao déficit de água no solo (adimensional);

K_L = coeficiente de ajuste devido à aplicação localizada da água (adimensional).

A transpiração da cultura é muito pouco afetada quando a umidade de solo encontra-se entre a capacidade de campo¹⁰ e a umidade-limite de irrigação¹¹. Assim, pode-se assumir Ks igual a 1,0 para condições normais de irrigação na cultura da melancia, ou seja, sem falta de água.

A redução na taxa de evaporação de água, em razão de o sistema de irrigação não molhar toda a superfície do solo, pode ser determinado pela seguinte relação:

$$K_L = \sqrt{A_{m/s}} \quad (\text{Eq. 3})$$

em que:

$A_{m/s}$ = fração de área sombreada ou molhada, prevalecendo o maior valor ($A_{m/s} = 1$ para aspersão).

¹⁰ Quantidade máxima de água, em relação à massa seca, armazenada pelo solo depois que o excesso tenha drenado.

¹¹ Umidade do solo a partir da qual a planta passa a encontrar considerável dificuldade de retirar água do solo, com redução de produtividade.

O uso de cobertura do solo (*mulch*) com plástico não transparente (Figura 5) é uma prática utilizada no Brasil para a produção de várias hortaliças com irrigação por gotejamento, como na cultura do melão, mas não para melancia. Estudos têm mostrado que o uso de cobertura do solo com plástico preto na produção de melancia irrigada por gotejamento possibilita uma redução média na ETC entre 25% e 30%, acarretada por uma diminuição em torno de 90% na perda de água por evaporação.

Durante o estágio inicial da cultura, quando a cobertura do solo pelas plantas é pequena, a redução na ETC no sistema de produção de melancia com cobertura do solo com plástico preto e irrigação por gotejamento pode ultrapassar 80%, enquanto a partir do momento que as plantas cobrem praticamente toda a superfície do solo, a economia de água é menor (5-15%). Tais diferenças se devem ao fato de a evaporação representa a maior parte da ETC durante o estágio inicial, sendo que a transpiração passa a ser predominante à medida que as plantas se desenvolvem.

A ETo é determinada por métodos que utilizam dados climáticos e até parâmetros de resistência ao transporte de vapor d'água. Podem ser utilizadas desde equações simples, com base somente em valores médios de temperatura do ar, até equações mais complexas, baseadas em modelos físicos, passando por métodos evaporimétricos, como o do tanque Classe A. Uma ampla revisão sobre os principais métodos para determinação indireta de ETo pode ser encontrada em publicações listadas no final desta Circular Técnica.

A escolha do método a ser utilizado para determinação de ETo depende da precisão desejada e da disponibilidade de dados climáticos. Por exemplo, para manejo de água em tempo real, o método combinado de Penman-Monteith, segundo parametrização da FAO (Irrigation and Drainage Papers, 56), é o recomendado e tido como padrão internacional.

Nas condições de solo e clima dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, estudos realizados pela Embrapa Meio-Norte indicaram que a ETC da melancia irrigada por gotejamento pode ser estimada, com relativa precisão para fins de manejo de irrigação, diretamente a partir da evaporação do tanque Classe A (ECA). Recomendaram utilizar a relação $ETc = 0,40 \times ECA$ durante os estádios inicial, vegetativo e de maturação e a relação $ETc = 0,80 \times ECA$ durante o estágio de formação da produção.

Aspectos relacionados ao déficit e excesso de água

Embora as plantas de melancia sejam tolerantes à deficiência de água no solo, a falta de água reduz expressivamente a produtividade e prejudica a qualidade dos frutos. O estágio mais crítico à falta de água é o de formação da produção, seguido do período de rápido crescimento de ramas.

A ocorrência de déficit moderado de água durante o estágio vegetativo reduz o comprimento de ramas, mas favorece maior aprofundamento das raízes. Já a ocorrência de déficit moderado durante o estágio formação da produção afeta negativamente o tamanho de frutos e, conseqüentemente, a produtividade da cultura, sem prejudicar o número de frutos por planta. Por outro lado, déficit severo de água no solo durante a floração reduz o número de frutos por planta, enquanto durante o período de crescimento dos frutos contribui para a formação de frutos irregulares e a ocorrência de podridão apical, pois limita a translocação do cálcio do solo para a planta e para os frutos, prejudicando a formação de paredes celulares resistentes.

Durante o estágio de maturação há uma redução na exigência de água pelas plantas da ordem de 25%, pois a cultura entra em senescência¹².

¹² Processo natural de amadurecimento, quando as folhas amarelecem e começam a ciar.

Foto: Waldir Aparecido Marouelli

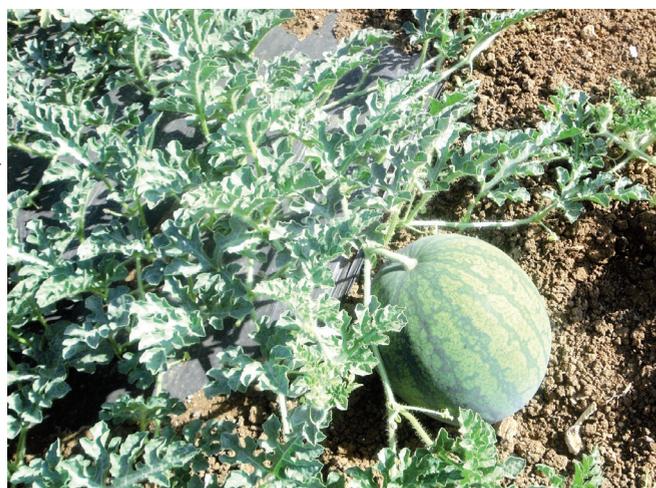


Figura 5. Cobertura do solo com plástico preto (*mulch*) em lavoura de melancia irrigada por gotejamento.

Além da economia de água e de energia, a redução da quantidade de água aplicada a partir do início do estágio de maturação possibilita aumentar o teor de açúcares nos frutos, sem comprometer a produtividade.

O excesso de água favorece a maior ocorrência de várias doenças de solo, como a murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum*), que pode afetar o desenvolvimento das plantas durante todo o seu ciclo, sobretudo em solos com problemas de aeração e em lavouras irrigadas por gotejamento e por sulco. Já quando as irrigações em excesso são realizadas por aspersão, onde ocorre molhamento foliar, várias doenças fúngicas e bacterianas de parte aérea são favorecidas.

Além de acarretar redução no teor de açúcares, tornando os frutos menos saborosos, o excesso de água durante o estágio de maturação pode provocar rachaduras na casca dos frutos. Um indicativo do excesso de água é quando o fruto se racha, de forma irregular, ao se introduzir a ponta de uma faca na casca. Assim, durante o estágio de maturação deve-se irrigar somente o necessário para manter a turgescência da planta, pois neste estágio o excesso é mais prejudicial que a falta de água. Problemas de rachadura, que são dependentes da cultivar plantada, também são favorecidos por variações bruscas no teor de água no solo a partir do período de rápido crescimento de fruto. Perdas expressivas de frutos por rachaduras são comumente relatadas por produtores quando se irriga em abundância ou há ocorrência de chuva logo após um longo período sem irrigação, motivada muitas vezes por problemas com o sistema de irrigação, ou de estiagem.

Manejo da Água de Irrigação

Apesar de ser uma prática indispensável para a obtenção de altas produtividades e utilizada por muitos produtores de melancia, a irrigação é ainda realizada sem o devido conhecimento pela grande maioria dos produtores. Portanto, é possível aumentar a produtividade da cultura, reduzir o uso de água e o custo de energia e melhorar a qualidade dos frutos produzidos apenas manejando-se corretamente as irrigações, qualquer que seja o sistema de irrigação utilizado.

O manejo da água de irrigação (quando e quanto irrigar) pode ser realizado com o uso de equipamentos simples, como o Irrigas[®], que mede a “força” de retenção de água pelo solo, ou tanques de evaporação de água, como o tanque Classe A, que possibilita estimar a necessidade diária de água das plantas. Existem ainda vários outros tipos de sensores e de procedimentos para determinação da disponibilidade de água no solo e da ETc que podem ser utilizados para o controle preciso das irrigações.

Método da tensão de água no solo

Para se irrigar a cultura no momento correto é necessário o monitoramento contínuo e no local de cultivo da tensão ou do teor de água no solo. Isto pode ser feito por meio de sensores que medem diretamente a tensão de água, como o tensiômetro e o Irrigas[®], ou a umidade do solo, como sensores do tipo capacitivo e TDR (reflectometria no domínio do tempo).

Os sensores, em regra, devem permanecer instalados no solo junto às plantas, do plantio até a colheita, sendo as leituras realizadas geralmente pela manhã por meio da visitação em cada estação de controle. Devem ser instalados entre 40% e 50% da profundidade radicular efetiva, em pelo menos três locais representativos da área (estações de controle), e entre 10 cm e 30 cm da planta, sendo a menor distância para plantas jovens. Lembrar de que para irrigação localizada devem-se instalar os sensores dentro do bulbo, faixa ou área molhada. No caso de irrigação por sulco, a instalação deve ser a 1/3 do final dos sulcos.

Para maximizar a produtividade de frutos as irrigações devem ser realizadas sempre que a tensão de água no solo estiver entre 20 kPa e 50 kPa, sendo o maior valor indicado durante os estádios mais tolerantes à falta de água (vegetativo e maturação), solos mais argilosos, clima ameno e/ou para irrigação por sulco.

Para gotejamento, especialmente em solos de textura média e grossa, as irrigações devem ser realizadas em regime de maior frequência que na aspersão e sulco. As regas devem ser realizadas quando a tensão de água no solo atingir entre 7 kPa (estádios mais sensíveis à falta de água, solos arenosos e clima quente) e 20 kPa (estádios mais

tolerantes à falta de água, solo mais argilosos e clima ameno).

O tensiômetro é um dos sensores mais utilizados em todo o mundo para medição da tensão de água no solo. Além do custo elevado (R\$100-200 por unidade), o tensiômetro requer manutenção contínua o que torna seu uso complexo para muitos produtores. Informações e procedimentos para o uso de tensiômetros estão disponíveis na Circular Técnica nº 57, publicada pela Embrapa Hortaliças, e Documento nº 235, publicado pela Embrapa Semiárido, disponíveis nos sítios www.cnph.embrapa.br e www.cpatia.embrapa.br, respectivamente.

O Irrigas® é um sensor de tensão, desenvolvido pela Embrapa, que apresenta custo reduzido (R\$10-50 por unidade), baixa manutenção e é de fácil utilização. O sensor encontra-se disponível para as tensões de referência de 15 kPa, 25 kPa e 40 kPa. Tem como desvantagem o fato de somente indicar se a tensão encontra-se abaixo ou acima do valor de referência do sensor, o que não inviabiliza sua utilização para fins de manejo de água na cultura da melancia. Maiores informações sobre o uso deste tipo de sensor são apresentadas em detalhes na Circular Técnica nº 69, de 2009, e no Guia Prático, de 2010, ambos publicados pela Embrapa Hortaliças e disponibilizados no sítio www.cnph.embrapa.br

Estabelecido o momento de irrigar, a quantidade de água a ser repostada ao solo é calculada a partir da curva de retenção de água no solo¹³, por meio da seguinte equação:

$$LRN = (\theta_{cc} - \theta_{ui}) \times Z_r \times f_{Am} \quad (\text{Eq. 4})$$

em que:

LRN = lâmina de água real necessária para irrigação (mm);

θ_{cc} = umidade do solo correspondente à capacidade de campo (% em volume);

θ_{ui} = umidade do solo no momento da irrigação (% em volume).

Z_r = profundidade da camada de solo correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (mm);

f_{Am} = fração de área molhada do solo pelo sistema de irrigação (decimal).

A fração de área molhada do solo deve expressar a média de área molhada pela irrigação ao longo do perfil do solo explorado pelas raízes e não somente na superfície. Enquanto na aspersão tem-se 100% de área molhada ($f_{Am} = 1,0$), na irrigação da cultura de melancia por gotejamento a fração geralmente varia entre 0,30-0,65. Principalmente em solos com cascalho ou torrões na superfície, a fração molhada na superfície é muito menor que a fração média efetivamente molhada no perfil de solo ocupado pelas raízes.

Para usuários que não dispõem de informações, nem mesmo de ordem prática, sobre a capacidade de retenção de água do solo, a lâmina de irrigação pode ser estimada a partir das sugestões de retenção de água no solo apresentadas na Tabela 1, utilizando-se a seguinte equação:

$$LRN \text{ AD}_f \times Z_r \times f_{Am} \quad (\text{Eq. 5})$$

em que:

AD_f = quantidade de água facilmente disponível no solo para a cultura (mm/cm).

Tabela 1. Quantidade de água no solo disponível para a cultura (mm/cm), conforme a tensão de água no solo no momento da irrigação e a textura do solo.

Tensão (kPa)	Textura do solo ⁽¹⁾		
	Grossa	Média	Fina
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⁾ Textura grossa incluem solos de classe textural: areia, areia franca e franco arenoso; textura média: franco, franco siltoso, franco argilo-arenoso e silte; e textura fina: franco argilo-siltoso, franco argiloso, argila arenosa, argila siltosa, argila e muito argiloso. Para uso da tabela, solos argilosos de Cerrado devem ser considerados como de textura média. Fonte: adaptado de Marouelli (2008).

¹³ Representa a relação entre a tensão de água e a umidade do solo, sendo característica de cada solo e podendo ser determinada em laboratórios especializados.

Na ausência da curva de retenção de água e em se usando a aproximação apresentada na Tabela 1, a lâmina de irrigação determinada pela equação 5 poderá subestimar ou superestimar a lâmina apropriada a ser reposta ao solo. O ajuste da lâmina pode ser realizado instalando-se um segundo sensor imediatamente abaixo da profundidade efetiva radicular, conforme procedimento apresentado nas Circulares Técnicas nº 57 e 69 da Embrapa Hortaliças.

Método do balanço de água no solo

O método do balanço de água consiste na realização de um controle diário da ETc, da precipitação, da lâmina de irrigação, da ascensão capilar da água, além das perdas de água por percolação profunda e por escoamento superficial. Sob condições de irrigação controlada, onde as perdas de água por percolação e por escoamento superficial são mínimas e o fluxo capilar ascendente desprezível, a determinação diária da ETc e da precipitação efetiva¹⁴ permite definir quando e quanto irrigar, desde que se conheça a capacidade de armazenamento de água pelo solo.

As irrigações devem ser realizadas quando a disponibilidade de água no solo estiver reduzida a um valor mínimo que não prejudique o desempenho da cultura (turno de rega variável), ou seja, quando a expressão abaixo for verdadeira.

$$\sum_{i=1}^n (ETc_i - Pe_i) \geq LRD \quad (\text{Eq. 6})$$

em que:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm/dia);

n = número de dias entre duas irrigações consecutivas;

Pe = precipitação efetiva (mm/dia);

LRD = lâmina de água real disponível no solo para as plantas (mm).

¹⁴ Parte da precipitação pluvial que pode ser efetivamente utilizada pela cultura, ou seja, é igual à chuva menos as perdas por escoamento superficial e por drenagem abaixo das raízes da cultura.

A ETc, para fins de manejo de irrigação, deve ser determinada indiretamente (equação 1) e em tempo real, utilizando-se um método que possibilite estimar ETo com precisão diária, como o de Penman-Monteith ou do tanque Classe A.

O valor de LRD, também conhecido como lâmina de água no solo facilmente disponível para as plantas, pode ser determinado por:

$$LRN = (\theta_{CC} - \theta_{Uic}) \times Z_r \times f_{Am} \quad (\text{Eq. 7})$$

em que:

θ_{Uic} = umidade-crítica do solo para fins de irrigação (% em volume).

A umidade-crítica pode ser determinada a partir da curva característica de retenção de água no solo, considerando as tensões-críticas recomendadas anteriormente para a cultura da melancia. Caso não se disponha da curva de retenção, estimar a umidade-crítica da seguinte forma:

$$\theta_{Uic} = \theta_{CC} - (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \times f_r \quad (\text{Eq. 8})$$

em que:

θ_{PMP} = umidade do solo correspondente ao ponto de murcha permanente (% em volume);

f_r = fator de reposição de água ao solo (decimal).

Para a cultura da melancia irrigada por aspersão e sulco, considerar um fator de reposição de 0,30-0,65, sendo o menor valor para condições com ETc acima de 7,0 mm/dia, solos de textura fina e/ou durante os estádios mais sensíveis ao déficit hídrico. Para gotejamento, considerar um fator entre 0,20-0,30.

A determinação da precipitação efetiva para períodos de um dia é difícil de ser realizada com precisão. Para fins de manejo de irrigação, pode ser estimada, de maneira aproximada, em função da magnitude da precipitação e da capacidade atual de armazenamento de água pelo solo na zona radicular da cultura, conforme a seguir:

se $Pp < LRN$, então $Pe = Pp$;

se $Pp \geq LRN$, então $Pe = LRN$.

O valor de LRN é determinado pela equação 9, onde “n” é o número de dias entre a última irrigação e a chuva.

Definido o momento de irrigar, a lâmina de água a ser aplicada a cada irrigação é calculada por:

$$LRN = \sum_{i=1}^n (ETc_i - Pe_i) \quad (\text{Eq. 9})$$

O manejo de irrigação pelo método do balanço de água no solo, que normalmente é feito com turno de rega variável, devido a variabilidade da ETc, também pode ser realizado a partir de um turno de rega prefixado. Neste caso, o turno de rega durante cada estágio da cultura pode ser estabelecido, por exemplo, a partir da lâmina de água no solo facilmente disponível para a melancia e a ETc determinada com base em uma série histórica de dados, ou seja:

$$TR_{\max} = \frac{LRD}{ETc_{\text{hist}}} \quad (\text{Eq. 10})$$

em que:

TR_{\max} = turno de rega máximo (dias);

ETc_{hist} = evapotranspiração da cultura histórica (mm/dia).

Método combinado da tensão e evapotranspiração

Os dois métodos anteriores (balanço e tensão de água no solo) podem ser utilizados de forma combinada, aumentando-se a precisão do manejo. O momento de irrigar é determinado a partir da medição da tensão de água no solo (sensor) e a quantidade de água é calculada, em tempo real, com base na ETc (equação 1).

Método do calendário de irrigação

O calendário de irrigação consiste no estabelecimento antecipado de turnos de regas e de lâminas de irrigação para cada estágio da cultura, a partir de informações sobre a capacidade de armazenamento de água pelo solo e dados históricos de ETc. Por utilizar valores históricos de ETc, o método é menos preciso que os anteriormente apresentados. A menor precisão decorre das condições climáticas serem dinâmicas

e afetarem a ETc ao longo do tempo. Portanto, este procedimento deve ser utilizado apenas por produtores que não dispõem de um tanque Classe A ou de estação climatológica adequada para a determinação da ETo em tempo real, não utilizam sensores para indicar o momento correto de irrigar ou não adotem nenhum critério técnico para manejar a irrigação de forma precisa.

O turno de rega máximo (TR_{\max}) a ser prefixado para cada estágio da cultura é determinado pela equação 10. Como a ETc utilizada refere-se, frequentemente, à ETc média histórica, seu valor pode ser superado em um a cada dois anos. Assim, por segurança, sugere-se prefixar um valor de turno de rega em torno de 25% menor TR_{\max} . A lâmina de água a ser aplicada por irrigação é obtida por:

$$LRN = TR \times ETc_{\text{hist}} \quad (\text{Eq. 11})$$

em que:

TR = turno de rega (dias).

No calendário de irrigação, a ETc deve ser determinada com base em uma série histórica de ETo. Além de Penman-Monteith, a ETo pode ser computada, neste caso, por métodos com precisão de até 30 dias, como Blaney-Criddle-FAO, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise, Priestley-Taylor, Radiação-FAO e tanque Classe A. Informações sobre estes e outros métodos para determinação da ETo devem ser buscadas em publicações específicas.

Visando o auxílio de produtores com menor experiência e que não adotam critérios e/ou equipamentos necessários para manejar a irrigação de forma consistente, desenvolveu-se tabelas que permitem estimar valores de ETc e de turno de rega. Na Tabela 2 (aspersão) e na Tabela 3 (gotejamento), a ETc é estimada a partir de dados históricos de temperatura e umidade relativa do ar para cada estágio da melancia. Para irrigação por sulco, onde somente parte da superfície do solo é molhada, sugere-se que ETc seja considerada como a média dos valores determinados nas Tabelas 2 e 3. Na Tabela 4 (aspersão e sulco) e na Tabela 5 (gotejamento), o turno de rega é computado em função da ETc, estágio da cultura, profundidade efetiva de raízes e textura do solo. A lâmina de irrigação é obtida multiplicando o turno de rega pela ETc (equação 11).

Tabela 2. Evapotranspiração da cultura da melancia (mm/dia) irrigada por aspersão, conforme a umidade relativa (UR_m), temperatura média do ar e estágio de desenvolvimento.

UR_m (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	Estádio 1 (inicial) ⁽¹⁾											
40	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3
50	1,7	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
60	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5
70	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6
80	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8
	Estádio 2 (vegetativo)											
40	3,3	3,7	4,1	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,6	8,2	8,8
50	2,8	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,3
60	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,7	5,1	5,4	5,8
70	1,7	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4
80	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9
	Estádio 3 (formação da produção)											
40	4,9	5,4	6,0	6,7	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,1	12,0	12,9
50	4,0	4,5	5,0	5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3	10,0	10,7
60	3,2	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,9	7,4	8,0	8,6
70	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,1	5,6	6,0	6,4
80	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3
	Estádio 4 (maturação)											
40	3,1	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,2
50	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	6,8
60	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5
70	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1
80	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7

⁽¹⁾ No caso de regas diárias, a ET_c durante a fase inicial deverá ser àquela indicada para o estágio 3, enquanto para regas em dias alternados considerar a ET_c indicada para o estágio 2.

Obs.: Para irrigação por sulco, ET_c deve ser determinado pela média dos valores indicados nas Tabelas 2 e 3.

Fonte: adaptado de Marouelli et al. (2008).

Tabela 3. Evapotranspiração da cultura da melancia (mm/dia) irrigada por gotejamento, conforme a umidade relativa (UR_m), temperatura média do ar e estágio de desenvolvimento.

UR_m (%)	Temperatura (°C)											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	Estádio 1 (inicial)											
40	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7	4,0	4,4	4,7
50	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9
60	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
70	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3
80	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6
	Estádio 2 (vegetativo)											
40	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,1	5,6	6,0	6,4
50	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6	5,0	5,4
60	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3
70	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
80	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1
	Estádio 3 (formação da produção)											
40	4,6	5,2	5,7	6,4	7,0	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6	11,4	12,3
50	3,9	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	7,0	7,6	8,2	8,8	9,5	10,2
60	3,1	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,2
70	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1
80	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1
	Estádio 4 (maturação)											
40	3,1	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,2
50	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,5	5,9	6,4	6,8
60	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5
70	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1
80	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7

Obs.: Para irrigação por sulco, ET_c deve ser determinado pela média dos valores indicados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 4. Turno de rega (dia) para a cultura da melancia irrigada por aspersão e sulco, conforme a evapotranspiração da cultura (ETc), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

ETc (mm/dia)	Profundidade de raízes (cm)								
	10			30			50		
	Textura do solo ⁽¹⁾								
	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina	Grossa	Média	Fina
1	3	7	9	9	20	30	--	--	--
2	2	3	5	5	10	14	8	15	20
3	1	2	3	3	7	9	5	11	15
4	1	2	2	2	5	7	4	8	11
5	1	1	2	2	4	5	3	7	9
6	1	1	2	2	3	5	3	6	8
7	2 x dia	1	1	1	3	4	2	5	6
8	--	--	--	1	2	3	2	4	6
9	--	--	--	1	2	3	2	4	5
10	--	--	--	1	2	3	2	3	5
11	--	--	--	1	2	2	1	3	4
12	--	--	--	1	2	2	1	3	4

⁽¹⁾ Para uso da tabela, solos argilosos de Cerrado devem ser considerados como de textura média. Solos de textura grossa e velocidade de infiltração alta não são recomendados a irrigação por sulco.

Fonte: adaptado de Marouelli et al. (2008).

Tabela 5. Turno de rega (dia) para a cultura da melancia irrigada por gotejamento, conforme a evapotranspiração da cultura (ETc), profundidade efetiva de raízes e textura do solo.

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

⁽¹⁾ Para uso da tabela, solos argilosos de Cerrado devem ser considerados como de textura média.

Manejo de água em condições de salinidade

Mesmo sendo a cultura da melancia moderadamente sensível à salinidade, a água de irrigação, principalmente em regiões áridas e semiáridas, pode conter quantidades excessivas de sais que pode vir a causar a salinização gradativa

do solo e prejudicar o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Para condições com risco de salinidade – condutividade elétrica da água acima de 0,7 dS/m – deve-se aplicar uma fração de água, em adição a lâmina de água necessária para suprir a demanda hídrica das plantas, visando manter o balanço adequado de sais na zona radicular da cultura

A salinização do solo dificulta a disponibilidade de água para as plantas, devido ao aumento do valor absoluto do potencial osmótico do solo e, conseqüentemente, do potencial total de água no solo. Além disto, alguns sais, com a presença de íons de cloro, sódio e boro, podem vir a causar problemas de toxidez às plantas.

A fração mínima de água a ser aplicada em excesso para a lixiviação dos sais, permitindo-se uma redução máxima de 10% na produtividade de melancia, pode ser estimada pelas relações a seguir, sendo a primeira recomendada para irrigação por aspersão e por sulco e a segunda para gotejamento:

$$LR = \frac{CEa}{16,5 \cdot CEa} \quad (\text{Eq. 12})$$

$$LR = 0,05 \times CEa \quad (\text{Eq. 13})$$

em que:

LR = fração de lixiviação mínima requerida (decimal);

CEa = condutividade elétrica da água de irrigação (dS/m).

Além de se irrigar em “excesso” 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 de sais da área, uso de sistema por gotejamento ou por sulco, em detrimento da aspersão; redução do intervalo entre irrigações, visando manter o solo mais úmido por mais tempo; e utilização de cultivares mais tolerantes à salinidade. Maiores informações sobre estratégias de controle de salinidade em áreas irrigadas devem ser buscadas em publicações específicas.

Problemas de salinização em áreas irrigadas nas regiões áridas e semiáridas geralmente ocorrem em consequência da elevação do lençol freático, devido à deficiência de drenagem natural ou artificial. Ao se elevar, a água traz sais que se acumulam na zona radicular e na superfície do solo. Assim, o primeiro problema a ser solucionado é o rebaixamento do lençol freático, por meio de drenagem artificial, a uma profundidade de pelo menos 2,0 m. O maior problema de salinização de áreas de cultivo no Brasil

está na região do Semiárido nordestino, onde a falta de drenagem aliada à baixa precipitação, alta demanda evaporativa e manejo inadequado da água de irrigação vêm agravado este processo.

Tempo de Irrigação

O tempo de irrigação para que seja aplicada a lâmina de água necessária em sistemas por aspersão e gotejamento depende da capacidade e da eficiência de aplicação de água do equipamento. Para sistema por sulco, o tempo varia com a capacidade de infiltração de água no solo e o comprimento do sulco.

Irrigação por aspersão

Antes de calcular o tempo de irrigação, é necessário ajustar a lâmina de água real necessária (LRN), previamente determinada, de forma a contemplar a não uniformidade na aplicação de água do sistema de irrigação e, quando necessário, a fração de lixiviação de sais. A lâmina total de água a ser aplicada por irrigação é determinada por:

$$LTN = \frac{LRN}{Ea \times (1 - LR)} \quad (\text{Eq. 14})$$

em que:

LTN = lâmina total de água a ser aplicada por irrigação (mm);

Ea = eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (decimal);

LR = fração de lixiviação mínima requerida (decimal).

Na aspersão, a eficiência de aplicação de água pode ser determinada por:

$$Ea = CUC \times (1 - P_{e/v}) \quad (\text{Eq. 15})$$

em que:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen (decimal);

$P_{e/v}$ = perda combinada de água por evaporação e arrastamento pelo vento (decimal).

As perdas de água por evaporação e por arrastamento pelo vento são dependentes da velocidade do vento, da ETo e do tamanho de gotas, podendo variar entre 0,02-0,18. O menor valor é para gotas de tamanho normal, ETo menor que 4,0 mm/dia e vento abaixo de 2 m/s, enquanto o maior pode ocorrer para gotas muito pequenas, ETo acima de 10,0 mm/dia e vento superior a 4 m/s.

Valores típicos de eficiência de aplicação, para sistemas por aspersão com dimensionamento e manutenção minimamente aceitáveis, variam de 65% a 80% para sistemas convencionais, de 60% a 75% para autopropelido e de 75% a 90% para pivô central. Na prática, no entanto, sistemas mal dimensionados, com manutenção inadequada ou operando em condições de vento ($> 2,0$ m/s) apresentam eficiência inferiores, muitas vezes abaixo de 50%.

Nos sistemas por aspersão convencional, o tempo de irrigação é determinado por:

$$T_i = \frac{LTN}{I_a} \quad \text{Eq. 16)}$$

em que:

T_i = tempo de irrigação (h);

I_a = intensidade de aplicação de água do sistema (mm/h).

Para pivô central e autopropelido, deve ser selecionada a velocidade de deslocamento necessária para que o sistema aplique uma lâmina igual ou ligeiramente superior a LTN.

Irrigação por gotejamento

Na irrigação por gotejamento, mesmo quando manejada de forma adequada, ocorrem perdas não controláveis de água por percolação profunda (P_{pp}), especialmente quando as irrigações são realizadas em regime de alta frequência. A lâmina total de água a ser aplicada é calculada por:

$$LTN = \frac{LRN}{Eu \times (1 - P_{pp})} \quad \text{(Eq. 17)}$$

em que:

Eu = uniformidade de emissão (decimal);

P_{pp} = perdas não controláveis de água por percolação profunda (decimal).

A uniformidade de emissão é determinada por:

$$Eu = \frac{\bar{q}_{25\%}}{\bar{q}_{100\%}} \quad \text{(Eq. 18)}$$

em que:

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

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

As perdas de água por percolação profunda não controlável são função, dentre outros fatores, do tipo de solo e da profundidade radicular da cultura, variando de 0,00-0,10, para profundidade radicular inferior a 80 cm, a 0,00-0,05, para profundidade radicular acima de 80 cm. Os menores valores são para solos de textura muito grossa e os maiores para textura fina.

Valores típicos de uniformidade de emissão para sistemas por gotejamento variam entre 70% e 90%. Devido a problemas de dimensionamento inadequado, falta de manutenção e, principalmente, entupimento, é comum observar-se em campo sistemas com uniformidade abaixo de 50%.

O tempo de irrigação no gotejamento pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$T_i = \frac{LTN \times E_l \times E_e}{Q_e} \quad \text{(Eq. 19)}$$

em que:

E_l = espaçamento entre linhas de emissores (m);

E_e = espaçamento entre emissores (m);

Q_e = vazão do emissor (L/h).

Irrigação por sulco

O tempo de irrigação deve ser igual ao tempo de avanço para a água chegar ao final do sulco mais o tempo de oportunidade necessário para aplicar a lâmina total de água (LTN). O comprimento do

sulco e a velocidade de infiltração de água são dependentes do tipo de solo, devendo ser avaliados em testes de campo. Para regiões sem problemas de salinidade, a LTN a ser aplicada no final do sulco é igual à LRN.

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 de irrigação, 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 da cultura da melancia, de modo a atender as necessidades das plantas. O parcelamento permite manter o nível de fertilidade no solo próximo ao ideal, possibilitando incrementos de produtividade de frutos e minimizando as perdas de nutrientes por lixiviação.

Os principais dispositivos para a injeção de fertilizantes na tubulação de irrigação são os do tipo “venturi”, tanques de diferencial de pressão e bombas injetoras (diafragma, pistão e centrífuga). Todos os dispositivos podem ser utilizados em sistemas de irrigação estacionários, como o gotejamento, sendo a bomba de pistão a melhor opção para pivô central, por não variar a taxa de injeção em função de variações de pressão da tubulação de irrigação. Em todos os casos, os fertilizantes devem ser solubilizados antes de ser injetado na tubulação de irrigação.

A quantidade total de nitrogênio a ser fornecido à cultura é normalmente determinada a partir da produtividade esperada, considerando que para cada tonelada de melancia a ser produzida deve-se aplicar entre 2,5 kg e 4,0 kg de N.

As quantidades de potássio, de fósforo e demais nutrientes devem ser determinadas com base na análise química do solo, levando-se em consideração as necessidades totais da planta, a produtividade almejada e a manutenção da fertilidade natural do solo. Recomendações de dosagens de nutrientes para a produção de melancia com fertigação podem

ser encontradas em publicações específicas sobre adubação e nutrição de plantas.

Os nutrientes mais aplicados via água de irrigação são aqueles de maior mobilidade no solo, como o nitrogênio e o potássio. As principais fontes são a uréia, cloreto de potássio não ferroso, sulfato de potássio, nitrato de potássio e sulfato de amônio. Deve-se evitar aplicar adubos com impurezas e de baixa solubilidade, pois podem causar entupimentos e danos ao sistema de irrigação.

O fósforo, o cálcio e os micronutrientes devem ser fornecidos preferencialmente em pré-plantio, via adubação convencional na cova ou ao longo do sulco de plantio. A aplicação de tais nutrientes via irrigação, além de muitas vezes não ser economicamente compensadora, pode causar problemas de entupimento de gotejadores. A fertigação com fósforo e cálcio via gotejamento pode, no entanto, proporcionar melhor rendimento de frutos em solos com baixos teores destes nutrientes. Se houver necessidade da aplicação de fósforo ou de cálcio via irrigação, eles devem ser injetados separadamente entre si ou de qualquer outro fertilizante, sendo, em alguns casos, necessário acidificar a água de irrigação (pH de 4,0 a 5,0) para que os mesmos não precipitem.

Visando criar uma reserva de nutrientes no solo, suficiente para o desenvolvimento inicial das plantas, é recomendado aplicar parte dos fertilizantes via adubação convencional em pré-plantio. 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%. Em lavouras de melancia irrigadas por aspersão, deve-se aplicar convencionalmente em pré-plantio entre 30% e 40% da quantidade total dos fertilizantes, pois a realização de fertigações antes que as raízes da melancia ocupem uma significativa fração da superfície do solo acarreta desperdício de fertilizantes.

A marcha de absorção é uma ferramenta útil para se proceder ao parcelamento de nutrientes ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. Todavia, o fornecimento de nutrientes deve antecipar a demanda ao longo do ciclo das plantas. Na Tabela 6 é apresentada recomendação de parcelamento

Tabela 6. Sugestão de parcelamento de nitrogênio (N) e potássio (K) para aplicação via fertigação por gotejamento e aspersão ao longo do ciclo de desenvolvimento da melancia.

Nutriente	Ciclo da cultura (%) ⁽¹⁾								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Quantidade relativa de nutriente (%) ⁽²⁾									
Gotejamento									
N	10	10	20	20	15	10	10	5	0
K	10	10	20	20	20	10	10	0	0
Aspersão									
N	0	35	0	40	0	25	0	0	0
K	0	35	0	45	0	20	0	0	0

⁽¹⁾% do ciclo total da cultura (ex.: 30% equivalem ao 30º dia em um ciclo de 100 dias).

⁽²⁾% em relação à quantidade total a ser aplicada via fertigação.

Fonte: adaptado de Andrade Júnior et al. (2007), Hochmuth & Smajstrla (2003) e Scaife & Bar-Yosef (1995).

das quantidades de nitrogênio e potássio a serem aplicadas via fertigação ao longo do ciclo da cultura da melancia.

Quanto à frequência de aplicação, esta pode ser feita tantas vezes quanto às aplicações de água, muito embora isto não seja prático ou muitas vezes econômico. Apesar de alguns produtores realizarem aplicações de fertilizantes a cada irrigação, estudos realizados na Embrapa Hortaliças e na Embrapa Meio-Norte têm demonstrado não ser necessário mais que uma ou, no máximo, duas aplicações semanais de nitrogênio e de potássio via gotejamento, ainda que em solos arenosos com moderado potencial de lixiviação. No caso do fósforo e do cálcio, as fertigações, quando necessárias, podem ser realizadas a cada duas ou três semanas.

Para pivô central, deve-se aplicar em torno de um terço do nitrogênio em pré-plantio e aplicar o restante via água, a partir dos 30 dias a 40 dias após o plantio, a cada duas ou três semanas, conforme proposição apresentada na Tabela 6. O maior intervalo entre fertigações na aspersão, relativo ao gotejamento, se deve aos problemas de corrosão de tubulações e de partes metálicas causadas pelos fertilizantes e à maior dificuldade na realização das mesmas. O cálcio, embora menos utilizado, também pode ser fornecido via irrigação por aspersão.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 328 p. (Irrigation and Drainage Papers, 56).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 85 p. (Coleção Plantar, 57).
- BRAGA, M. B.; CALGARO, M. **Uso da tensiometria no manejo da irrigação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 28 p. (Embrapa Semiárido, Documentos, 235).
- HOCHMUTH, G. J.; SMAJSTRLA, A. G. **Fertilizer application and management for micro (drip)-irrigated vegetables**. Gainesville: University of Florida, 2003. 33 p. (Circular, 1181).
- MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 15 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).
- MARQUELLI, W. A.; CALBO, A. G. **Manejo de irrigação em hortaliças com sistema Irrigas**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 69).

MARQUELLI, W. A.; FREITAS, V. M. T.; COSTA JÚNIOR, A. D. **Guia prático para uso do Irrigação na produção de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 32 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150 p.

SCAIFE, A.; BAR-YOSEF, B. **Nutrient and fertilizer management in field grown vegetables**. Basel: International Potash Institute, 1995. 104 p. (IPI. Bulletin, 13).

Literatura Recomendada

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEREDO JUNIOR, L. G. M.; DANIEL, R. Freqüência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, PI. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, PB, v. 3, p. 1-7, 2007.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MARQUELLI, W. A.; SOUSA, V. F. Irrigação e fertirrigação na cultura da melancia. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 635-656.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, C. R.; DIAS, N. S.; RODRIGUES, B. H. N.; RIBEIRO, V. Q. Response of watermelon to nitrogen fertigation. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 115-122, 2009.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. A.; RÊGO, J. L.; D'ÁVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2005.

BATTIKHI, A. M.; HILL, R. W. Irrigation scheduling and watermelon yield model for the Jordan Valley. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 157, p. 145-155, 1986.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M. Irrigação. In: **SISTEMA de produção de melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semi-Árido. Sistemas de Produção, 6). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2011.

ELMSTROM, G. W.; LOCASCIO, S. J.; MYERS, J. M. Watermelon response to drip and sprinkler irrigation. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 94, p. 161-163, 1981.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L.; AMORIM, A. O. **Evapotranspiração: uma revisão sobre os métodos empíricos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 44 p.

FERNANDES, F. M.; PRADO, R. M. Fertirrigação na cultura da melancia. In: BOARETTO, A. E.; VILAS BÔAS, R. L.; PARRA, I. R. V. (Ed.). **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba: CENEA/USP, 2006. p. 632-653. CD-ROM.

FERREIRA, J. O. P. **Evapotranspiração e coeficientes de cultura da melancia irrigada por gotejamento em Alvorada do Gurguéia - PI**. 2010, 103 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GHAWI, I.; BATTIKHI, A. M. Watermelon (*Citrullus lanatus*) production under mulch and trickle irrigation in the Jordan Valley. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 156, p. 225-236, 1986.

HEGDE, D. M. Effect of irrigation on fruit growth, development and mineral composition of watermelon. **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v. 35, n. 5, p. 356-361, 1987.

HOFFMAN, G. J.; SHALHEVET, J. Controlling salinity. IN: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. 2nd ed. St. Joseph: ASABE, 2007, p.160-207.

MARQUELLI, W. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Melancia: umidade controlada. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 7, n. 45, p. 17-19, 2007.

- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2011. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 11).
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa-CNPQ: Embrapa-SPI, 1996. 72 p.
- MEDEIROS, R. D.; ALVES, A. B.; MOREIRA, M. A. B.; ARAÚJO, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. **Irrigação e manejo de água para a cultura da melancia em Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2004. 8 p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 1).
- MEDEIROS, R. D.; ARAÚJO, F. A.; ALVES, A. B. Manejo e métodos de controle da água de irrigação. In: MEDEIROS, R. D.; HALFELD-VIEIRA, B. A. (Ed.) **Cultura da melancia em Roraima**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 33-49.
- MIRANDA, F. R.; RODRIGUES, A. G.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C.; SATURNINO, H. M.; FARIA, F. H. S.; **Instruções técnicas sobre a cultura da melancia**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 28 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 51).
- PEREIRA, J. A. **Resposta da melancieira à diferentes lâminas e sistemas de irrigação**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.
- PIER, J. W.; DOERG, T. A. Nitrogen and water interactions in trickle-irrigated watermelon. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, n. 1, p. 145-150, 1995.
- RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A. **Níveis de água na cultura da melancia**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 5 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 120).
- SANTOS, F. J. S.; LIMA, R. N.; RODRIGUES, B. H. N.; CRISOSTOMO, L. A.; SOUSA, F.; OLIVEIRA, J. J. G. **Manejo da irrigação da melancia: uso do tanque classe "A"**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 13 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 20).
- SOUZA, V. A. B, de; BARRIGOSI, J. A. F. **Informações técnicas para o cultivo da melancia no Piauí**. Teresina: Embrapa-CPAMN, 1995. 36 p. (EMBRAPA-CPAMN. Circular Técnica, 14).
- SRINIVAS, K.; HEDGE, D. M.; HAVANAGI, G. V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of watermelon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun et Nakai under drip and furrow irrigation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 64, n. 1, p. 115-124, 1989.
- VILLA, W.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J.; GELMINI, G. A. **Cultura da melancia**. Campinas: CATI, 2001. 52 p. (CATI. Boletim Técnico, 243).

**Circular
Técnica 108**

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) 3385.9105
Fax: (61) 3556.5744
E-mail: sac@cnph.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2012): 1.000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Warley Marcos Nascimento
Editor Técnico: Fábio Akyioshi Suinaga
Supervisor Editorial: George James
Secretária: Gislaine Costa Neves
Membros: Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho,
Ítalo Morais Rocha Guedes,
Jadir Borges Pinheiro,
José Lindorico de Mendonça,
Mariane Carvalho Vidal,
Neide Botrel,
Rita de Fátima Alves Luengo

Expediente

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