

Capítulo 7

Irrigação

Mauricio Antônio Coelho Filho
Eugênio Ferreira Coelho



As incertezas climáticas levam os produtores a adotarem a irrigação e evitarem os riscos de perda de suas produções. Entretanto, os recursos hídricos disponíveis, como rios, lagos e represas, também vêm se tornando escassos, o que requer ações no sentido de aumentar a eficiência de uso da água de irrigação e melhor gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas. Práticas agrícolas e, principalmente, o manejo de irrigação são fundamentais, visto que, segundo Christofidis (2013), a agricultura irrigada na prática produz 2,7 mais que a agricultura de sequeiro e ocupa 19,4% das áreas de produção, sendo responsáveis por mais de 2/5 da produção mundial de alimentos. Ou seja, a segurança alimentar do futuro dependerá muito da agricultura irrigada. Com base em análise realizada nas principais regiões produtoras da Bahia, Coelho Filho et al. (2011) verificaram que os maiores riscos para cultura do mamoeiro, em função dos cenários de mudanças climáticas, seriam os aumentos térmicos, atingindo os limites

máximos críticos de temperatura para planta e, principalmente, elevação do déficit hídrico e das demandas hídricas, tornando o uso da irrigação imprescindível para muitas localidades que a utilizam de forma complementar.

O mamoeiro é muito exigente em água, sem, no entanto, tolerar o excesso hídrico. Dessa forma, em regiões onde ocorrem prolongados déficits hídricos do solo, a cultura não apresenta rendimentos satisfatórios, tornando-se obrigatório o uso da irrigação. Por ser sensível ao déficit de água no solo, a irrigação é uma prática disseminada mesmo em regiões produtoras que apresentam chuvas bem distribuídas ao longo do ano, mas sujeita aos veranicos. O efeito do déficit hídrico é ainda mais grave quando o pomar é implantado em solos de textura arenosa e rasos.

A adoção da tecnologia de irrigação para a cultura do mamoeiro deve ser respaldada por recomendações adequadas de manejo de água, que permitam o seu uso racional e resultem em alta produtividade, sem agressão ao meio ambiente.

Sistemas de irrigação para o mamoeiro

Os sistemas de irrigação pressurizados são mais adequados ao mamoeiro que os de irrigação por superfície. Os sistemas de irrigação localizada, tanto o gotejamento como a microaspersão têm sido os mais utilizados para o mamoeiro e promovem a maior eficiência de uso de água (aspersão < microaspersão < gotejamento), por requererem menor volume de água para uma dada demanda atmosférica, quando parte da superfície do solo é molhada, diminuindo as perdas por evaporação.

O sistema de gotejamento pode ser superficial, com uma ou com duas linhas laterais por fileira de plantas e pode, também, ser usado com as linhas laterais enterradas.

Em regiões úmidas ou subúmidas, onde a irrigação é de caráter suplementar, em solos de textura média a argilosa, o sistema de gotejamento superficial com uma linha lateral por fileira de plantas pode ser instalado com três gotejadores por planta, sendo um emissor próximo à planta que seria o emissor central, e os outros dois a 0,40 m desse. Também podem ser usados apenas dois gotejadores distantes um do outro de 0,80 m, com a planta entre os dois. Do plantio até os 60 dias, não é necessário ter três ou dois gotejadores instalados na linha de irrigação, o que vai ocasionar maior dispêndio de água sem necessidade.

Para gotejamento enterrado, recomenda-se o uso de gotejadores de fluxo turbulento, de vazão igual ou menor que 2 L h^{-1} , sendo estes enterrados de 0,20 m a 0,30 m de profundidade, de forma a prover uma distribuição de água que possa facilitar o desenvolvimento das raízes, mantendo uma adequada relação ar/água ao sistema radicular, sem afloramento superficial.

A microaspersão funciona com baixa pressão (100 kPa a 300 kPa) e vazão por microaspersor entre 20 L h^{-1} e 175 L h^{-1} . A disposição dos emissores é normalmente de um emissor para duas ou quatro plantas, sendo esperada uma uniformidade de distribuição de água nesses emissores acima de 85%. O sistema de microaspersão proporciona maior área molhada ao solo, dando melhores condições às raízes de se desenvolverem. Entretanto, as diferenças em produtividade comparadas ao gotejamento superficial ao longo da fileira de plantas são pequenas, inferiores a 10%.

A concentração de raízes por volume de solo varia em magnitude conforme o sistema de irrigação e turno de rega. Os sistemas de irrigação que restringem a área molhada, caso da irrigação localizada, tendem a apresentar menor volume de solo explorado pelas raízes e maior concentração de raízes por volume de solo. Nos sistemas localizados, principalmente por gotejamento, as áreas mais próximas do emissor de água têm maior concentração de raízes, tanto em distância como em profundidade no perfil do solo. Aspectos relacionados ao número de linhas de gotejadores e número de gotejadores por planta, frequência de irrigação e distribuição de chuvas, afetam a distribuição de água e, conseqüentemente, o sistema radicular, que é um importante ponto a ser levado em consideração, desde que a zona radicular seja foco de monitoramento de água para o manejo de irrigação.

Maiores valores de concentração de raízes por volume de solo são encontrados para a configuração de uma linha lateral por fileira de plantas com gotejadores próximos entre si, formando uma faixa molhada ou considerando três ou quatro emissores por planta. No caso de duas linhas laterais por fileira de plantas, em razão da maior área de distribuição de água, menor tempo de irrigação e conseqüente menor infiltração da água no solo, observa-se menor concentração de raízes por volume de solo, e o sistema radicular fica mais superficial. No sistema de microaspersão, para emissores de maior vazão, valores mais altos de concentração de raízes por volume de solo são verificados à medida de quão mais próximo se está do microaspersor, observando-se diferenças de respostas em função da disposição de microaspersores e do arranjo de plantas.

Os sistemas de irrigação por aspersão tipo pivô central podem ser utilizados e são mais recomendados que os sistemas de

aspersão convencional, dentro da capacidade de aquisição do produtor, quando ajustados ou adquiridos com estrutura para aumentar eficiência de uso de água. São encontrados três tipos de pivô central, o MESA (medium elevation spray application), o LESA (low elevation spray application) e o LEPA (low energy precision application). Na irrigação por pivô central, os plantios são circulares, adequando-se ao sistema de irrigação. Os sistemas aumentam a eficiência de irrigação em função da regulação da altura dos emissores às necessidades da cultura, permitindo níveis diferenciados de localização da irrigação (evitando-se molhar a copa das plantas), além do uso de emissores com diferentes configurações. Esse sistema de irrigação também apresenta ganhos na eficiência energética, pois os emissores necessitam de baixa pressão de serviço.

O método de aspersão, seja convencional ou pivô central sob copa, propicia condições microclimáticas favoráveis ao aparecimento de doenças e pragas à cultura (Reis et al., 2013). Ao mesmo tempo podem auxiliar com o aporte direto de água na superfície das folhas, a redução do déficit de pressão de vapor (folha-ar) que afeta negativamente a abertura estomática e os ganhos fotos-sintéticos das plantas (Reis et al., 2011).

Necessidades hídricas e produtividade do mamoeiro

A irrigação permite a obtenção de frutos com melhor qualidade e plantas com elevada superfície foliar, que pode contribuir para reduzir os efeitos negativos da incidência direta da radiação solar sobre os frutos que, em excesso, pode causar queimaduras.

Para um pomar em fase produtiva, em épocas com baixa demanda evapotranspirométrica (temperatura amena, reduzido número de horas de céu claro e umidade relativa mais alta), o consumo de água da cultura varia de 2 mm dia⁻¹ a 4 mm dia⁻¹. Em períodos de alta demanda evapotranspirométrica (altas temperatura e luminosidade e baixa umidade relativa), o consumo chega até 7 mm dia⁻¹ a 8 mm dia⁻¹. Ou seja, em pomar com plantas adultas (máxima expansão foliar) e em produção, entre o 9° e o 12° mês, pode-se recomendar a aplicação máxima diária entre 30 L e 35 L de água planta⁻¹ dia⁻¹. É importante salientar que o consumo de água dependerá, também, de como se maneja a cobertura vegetal do pomar e frequência de irrigação. Pomares com incidência de ervas daninhas consomem mais água por unidade de terreno (mm dia⁻¹) comparados aos mantidos limpos. Desta forma, os coeficientes da cultura podem se aproximar de 1, mesmo estando o pomar em fase inicial de crescimento quando se irriga toda superfície do terreno (aspersão). Vale salientar que a contribuição da evaporação da água na superfície do solo nos totais de evapotranspiração do pomar é diretamente proporcional à frequência de irrigação.

Nas condições dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano, para uma precipitação anual variando de 1.332 mm a 1.423 mm, os coeficientes de cultura que resultaram em maior produtividade física do mamoeiro da cultivar Sunrise Solo, foram de 0,31, 0,42, 0,52 e 0,84, respectivamente para 0-30 dias após o plantio (dap), 31-60 dap, 61-120 dap e acima de 120 dap. Esses valores também permitiram uma maior eficiência no uso da água. O valor máximo do coeficiente de cultivo a ser usado durante o ciclo do mamoeiro deve ser mantido pelo menos até 370 dias após o plantio, quando serão necessários ajustes do coeficiente para a nova condição da cultura em termos de demanda hídrica.

Na Figura 1 podem-se observar as curvas de coeficiente de cultura obtidas a partir das áreas foliares de mamoeiro ‘Sunrise Solo e ‘Tainung’. O coeficiente de cultivo máximo (tomado como 1,20) ocorreu 270 dias após o plantio para a cultivar Sunrise Solo, quando a área foliar média atinge o valor máximo para a cultivar.

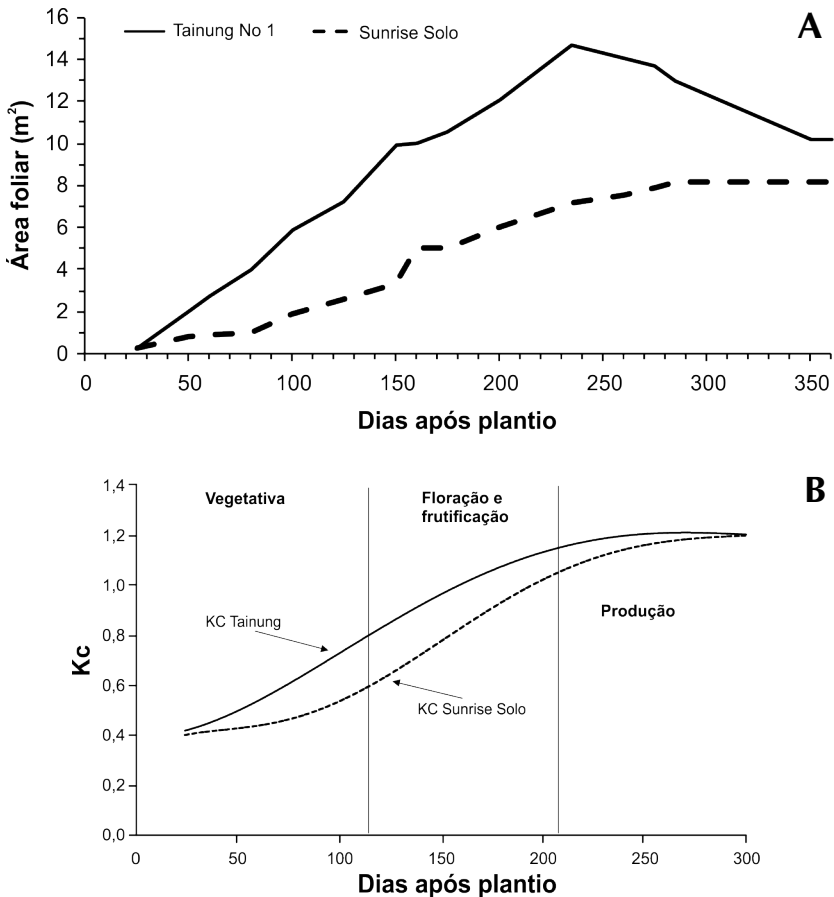


Figura 1. Área foliar total de plantas de mamoeiros do grupo solo em função número de dias após o plantio (dap) (A); coeficientes de cultura (Kc) para a cultivar Sunrise Solo ao longo do tempo, obtidos como função da área foliar (B).

Fonte: Coelho Filho et al. (2006)

Transpiração de plantas de mamoeiro

A maior fonte de perda de água de um pomar adulto é mediante a água transpirada pelas plantas, principalmente quando se utilizam sistemas localizados de irrigação (microaspersão, gotejamento superficial ou gotejamento enterrado) que, quando comparados aos sistemas de irrigação por aspersão, molham pequenas faixas de solo, reduzindo drasticamente a água evaporada, principalmente se associada à cobertura de solo com vegetação ou cobertura plástica (mulching). A transpiração pode ser utilizada como um indicador para quantificação da lâmina de irrigação, sendo considerada no caso a lâmina mínima necessária para manter um pomar com bom estado hídrico. Aspectos relacionados a característica do solo, eficiência de irrigação, salinidade e demanda atmosférica interferem e devem ser analisados pontualmente a fim de ajustes das lâminas recomendadas, minimizando-se algum tipo de estresse abiótico. O monitoramento da umidade em profundidade é importante para detectar se as lâminas estão excessivas.

O mamoeiro é uma planta herbácea que possui elevada condutividade hidráulica, o que contribui para elevadas trocas de energia com o ambiente, favorecida pela elevada exposição das folhas à radiação solar. Essas características fazem com que a transpiração por unidade de área foliar seja alta quando comparada a espécies que possuem elevada densidade de folhas quando adultas e reduzida condutividade hidráulica.

As plantas do mamoeiro respondem às condições meteorológicas reinantes, acompanhando dinamicamente as variações da radiação solar global como mostrado na Figura 2A para uma planta de mamoeiro ao longo do dia. A transpiração cai drasticamente a valores próximos de zero em razão da ocorrência de chuva

próxima às 12 horas do primeiro dia da sequência. Na Figura 2, as plantas 1 e 2 têm maior área foliar (AF) e as 3 e 4, menor AF. As plantas com maior AF transpiram sempre mais quando comparadas às de menor AF (Figura 2B).

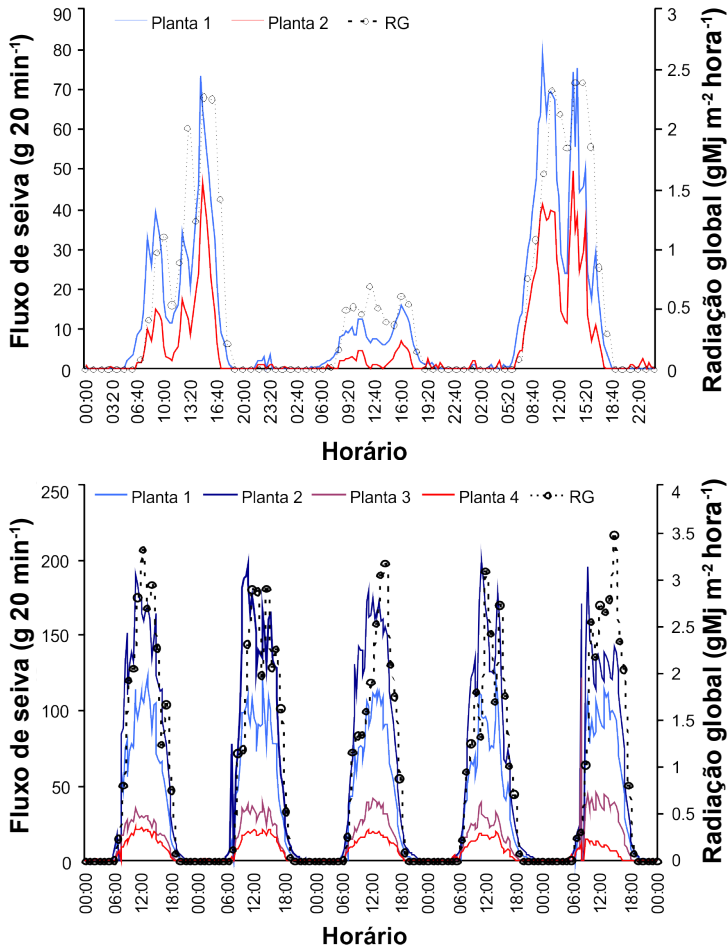


Figura 2. Transpiração máxima de plantas de mamoeiro em dias chuvosos e com baixa disponibilidade energética (A) e em dias sem nuvens e com elevada disponibilidade energética (B). Plantas 1 e 2 = maior área foliar; plantas 3 e 4 = menor área foliar; RG = radiação global.

Fonte: Coelho Filho et al. (2007).

A área foliar pode ser utilizada como variável para padronização da transpiração, permitindo a comparação de estimativas (Litros m^{-2} de folha dia^{-1}) entre espécies e diferentes locais. Para plantas de mamão, Coelho Filho et al. (2007) chegaram à seguinte Equação 1 para estimativa de transpiração:

$$T = 0,56 \times ETo \times AFT \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

T = transpiração da planta ($L \text{ dia}^{-1}$),

ETo = evapotranspiração de referência ($mm \text{ dia}^{-1}$)

AFT = área foliar total da planta (m^2).

No manejo de irrigação com base na Equação 1, a área foliar como variável de entrada precisa ser calculada e deve representar bem as características do pomar (talhão, por exemplo). Para facilitar, os valores de AFT podem ser viabilizados com base na construção de modelos de crescimento para uma determinada região. A Figura 1A pode servir, alternativamente, quando não se tem uma referência para os cálculos.

Uma alternativa de obtenção da AFT é estimá-la pelas mensurações dos comprimentos das nervuras centrais (CNC), em centímetros, de todas as folhas da planta, com base na Equação 2:

$$AFT = \sum_1^n \left(\frac{0,0947CNC^{2,7352}}{10000} \right) \quad \text{Equação 2}$$

Na Tabela 1 são apresentadas as lâminas de irrigação mínimas calculadas com base na variação da área foliar e na

evapotranspiração de referência, sem considerar as perdas de água por evaporação nem os acréscimos correspondentes às perdas pela ineficiência do sistema de irrigação, calculadas com base na variação da área foliar e na evapotranspiração de referência. Esses valores podem servir como referência para pomares irrigados onde se realizam manejos de conservação de água do solo, ou mediante a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes, como a irrigação por gotejamento enterrado, que minimiza a evaporação. A vantagem de se utilizar essa metodologia de cálculo é que as lâminas serão ajustadas às condições de crescimento das plantas e das variações das condições meteorológicas, sendo, portanto, menos subjetivo do que o simples estabelecimento de um único coeficiente, como no caso do Kc.

Tabela 1. Valores estimados da transpiração de plantas de mamoeiro ($L \text{ dia}^{-1}$) com base na área foliar (AF) e na evapotranspiração de referência (ETo).

Área foliar (m^2)	ETo ($mm \text{ dia}^{-1}$)				
	2	3	4	5	6
1	1,12	1,68	2,24	2,80	3,36
2	2,24	3,36	4,48	5,60	6,72
3	3,36	5,04	6,72	8,40	10,08
4	4,48	6,72	8,96	11,20	13,44
5	5,60	8,40	11,20	14,00	16,80
6	6,72	10,08	13,44	16,80	20,16
7	7,84	11,76	15,68	19,60	23,52
8	4,48	8,96	13,44	17,92	26,8
9	5,04	10,08	15,12	20,16	30,24
10	5,60	11,20	16,80	22,40	33,60

Bases de manejo de água de irrigação

Os métodos para manejo da água de irrigação usam dados do solo e dados do clima, basicamente, sendo que é possível determinar o tempo de irrigação apenas com base nos dados do solo, como é possível fazê-lo apenas com os dados meteorológicos, ou usando ambos.

Os dados de solo necessários ao manejo da água de irrigação são obtidos a partir de uma análise física de amostras, sendo a principal a curva de retenção de água, que varia conforme a textura e a estrutura do solo. Nessa curva, os valores das tensões correspondentes à capacidade de campo do solo podem ser considerados próximos de 6 kPa para solos arenosos, entre 10 kPa e 20 kPa para solos de textura média e entre 20 kPa e 33 kPa para solos de textura argilosa. O limite inferior da disponibilidade de água do solo, ou ponto de murcha permanente, normalmente é adotado como sendo equivalente à tensão de 1.500 kPa.

De posse da curva de retenção, sabendo-se da umidade equivalente e a tensão referente à capacidade de campo do solo, é necessário definir a tensão máxima ou umidade mínima desde a irrigação anterior que repõe água suficiente para retorno da umidade à capacidade de campo, valor que garante à cultura umidade suficiente sem que ocorra estresse prejudicial à produção. Essa umidade mínima ou tensão máxima chamada de umidade crítica (θ_c) ou tensão crítica (h_c), no caso do mamoeiro, equivale a uma redução de 30% ou menos da água disponível do solo, que é a diferença entre a umidade na capacidade de campo e no ponto de murchado solo (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível em % volume para diferentes classes texturais de solo.

Textura	Capacidade de campo		Ponto de murcha		Água disponível	
	Média	Faixa	Média	Faixa	Média	Faixa
Arenosa						
Areia	12	07-17	04	02-07	08	05-11
Areia franca	14	11-19	06	03-10	08	06-12
Moderadamente arenosa						
Franco arenoso	23	18-28	10	06-16	13	11-15
Média						
Franco	26	20-30	12	07-16	15	11-18
Franco siltoso	30	22-36	15	09-21	15	11-19
Silte	32	29-35	15	12-18	17	12-20
Moderadamente fina						
Franco argilosiltoso	34	30-37	19	17-24	15	12-18
Fina						
Argilosiltoso	36	29-42	21	14-29	15	11-19
Argiloso	36	32-39	21	19-24	15	10-20

Fonte: Jensen et al. (1990).

Programação da irrigação

A programação ou o manejo da irrigação envolve a tomada de decisão sobre quando irrigar e quanto de água aplicar. Pode-se programar a irrigação de uma área cultivada usando-se um método (com base na atmosfera ou no solo) ou uma combinação de dois.

Intervalo entre irrigações e tempo de irrigação

Em condições úmidas e subúmidas, com irrigação localizada e em solos de textura média a argilosa, é suficiente intervalos de dois ou até três dias entre irrigações; no caso de solos de textura arenosa, a frequência deve ser diária ou duas vezes por dia. No caso de regiões semiáridas, deve-se estabelecer o intervalo de irrigação de um dia em qualquer tipo de solo. Tratando-se da aspersão, considerar o turno de rega (TR) em dias como a razão da lâmina de irrigação real necessária ou lâmina líquida (mm) (LRN) a ser reposta e a evapotranspiração da cultura, ETC (mm dia⁻¹), calculada pela Equação 3:

$$TR = \frac{LRN}{ETC} \quad \text{Equação 3}$$

O cálculo do tempo de irrigação depende da lâmina real necessária ou líquida a ser aplicada (LRN) que, por sua vez, se for obtida com base nas características físico-hídricas do solo, é calculada com base na Equação 4. Nessa equação, o armazenamento de água facilmente disponível do solo (ARM) é obtido pela diferença da umidade do solo em base volumétrica (cm³ cm⁻³) na capacidade de campo (θ_{cc}), subtraída da umidade crítica do solo para o mamoeiro (θ_c).

$$ARM = (\theta_{cc} - \theta_c) \quad \text{Equação 4}$$

Quando o sistema de irrigação for o de aspersão, a lâmina líquida a ser aplicada (LRN_{Asp}) é obtida multiplicando-se o resultado

da Equação 4 pela profundidade efetiva do sistema radicular do mamoeiro (P_{eff}) (Tabela 3), em mm (Equação 5). O tempo de irrigação é obtido pela razão entre lâmina calculada e intensidade de aplicação de água do sistema de irrigação, em $mm\ h^{-1}$.

Tabela 3. Profundidade e distância efetiva das raízes de mamoeiro sob sistemas de irrigação localizada por gotejamento considerando três e quatro gotejadores por planta e sistema de microaspersão com um emissor de vazão entre $60\ L\ h^{-1}$ e $70\ L\ h^{-1}$.

Sistema irrigação	Esp. Entre plantas (m x m)	P_{eff} (m)	Distância (m)
Gotejamento	3,5 x 1,70	0,45	0,60
Microaspersão	3,5 x 1,70	0,45	0,55
Aspersão	3,5 x 1,70	0,40	-

$$LRN_{Asp} = ARM \times P_{eff} \quad \text{Equação 5}$$

Quando a irrigação for localizada, a lâmina líquida a ser aplicada (LRN_{Loc}) deve ser obtida multiplicando-se o resultado da Equação 4 pela razão entre a área molhada pelos gotejadores no solo e a área da planta (m^2) ou pelo fator de área molhada (f_{Am}) disponível na Tabela 4 (Equação 6). Para se obter o tempo de irrigação, toma-se a LRN_{Loc} calculada e multiplica-se pela razão entre a área de ocupação da planta (espaçamento entre fileiras x distância entre plantas) e vazão total dos gotejadores, em $L\ h^{-1}$.

A lâmina de irrigação bruta a ser aplicada é calculada com base nos valores de LRN , corrigidos pela eficiência do sistema de irrigação utilizado.

$$LRN_{Loc} = ARM \times f_{Am} \quad \text{Equação 6}$$

Tabela 4. Fator de área molhada para o mamoeiro sob irrigação localizada em diferentes tipos de solo.

Textura do solo	Sistema irrigação	Espaçamento	Nº emissores por planta	f_{Am}
Arenosa	Gotejamento	3,5 x 1,8 m	3	0,11
Arenosa	Gotejamento	3,5 x 1,8 m	4	0,13
Arenosa	Microaspersão	3,5 x 1,8 m	0,25	0,70
Media	Gotejamento	3,5 x 1,8 m	3	0,30
Média	Gotejamento	3,5 x 1,8 m	4	0,40
Média	Microaspersão	3,5 x 1,8 m	0,25	0,70
Argilosa	Gotejamento	3,5 x 1,8 m	3	0,40
Argilosa	Gotejamento	3,5 x 1,8 m	4	0,60
Argilosa	Microaspersão	3,5 x 1,8 m	0,25	0,70

O momento da irrigação pode ser predefinido e pode ser determinado por meio do estado atual da água do solo (base em monitoramento do solo) como índice de estresse hídrico da cultura (potencial matricial), utilizando-se sensores apropriados. Essa é a maneira mais adequada de se avaliar o momento de irrigar, porque detecta a necessidade real da irrigação. As medições devem ser realizadas sempre antes das irrigações, no caso do turno de rega fixo. No caso de a frequência de irrigação depender da umidade ou tensão de água do solo, as medições devem ser realizadas diariamente.

A umidade do solo pode ser monitorada usando métodos simplificados e qualitativos, como o método do tato em que se coleta a amostra do solo e avalia a umidade no momento em relação a da capacidade de campo (Marouelli et al., 2011). Os métodos de determinação da umidade de maior custo ao produtor são os que

lidam com reflectometria no domínio do tempo (TDR) e reflectometria no domínio da frequência (FDR), mais popularizado pelas sondas de capacitância. Já os meios de avaliação pelo potencial matricial do solo podem envolver diferentes equipamentos como tensiômetros, watermark (blocos de resistência elétrica) e alguns equipamentos de custos mais baixos, a exemplo do indicador de tensão de água no solo irrigas.

O posicionamento dos sensores de água do solo, a exemplo dos tensiômetros, quer de umidade quer de potencial matricial, deve ser feito na da zona de extração de água pelas raízes, onde ocorre pelo menos 80% da extração total, e nos limites da região onde ocorre pelo menos 80% do comprimento total das raízes. A interseção dessas zonas resulta na região considerada mais propícia à instalação de sensores de água do solo (Tabela 5). O monitoramento da umidade abaixo do limite da profundidade efetiva da zona radicular é importante para checar se o manejo está sendo realizado com eficiência, principalmente para evitar excessos de irrigação (umidades sempre muito elevadas nesse ponto).

Tabela 5. Recomendação para o posicionamento (distância da planta e profundidade do solo) de sensores de umidade e de tensão de água do solo para o mamoeiro sob irrigação por microaspersão e gotejamento.

Frequência (dias)	Emissor	Vazão L h ⁻¹	Distância (m)	Profundidade (m)
2	Gotejamento	12	0,65	0,20 - 0,50
2	Gotejamento	24	0,71	0,20 - 0,35
2	Micro	60	0,55	0,20 - 0,45
2	Gotejamento	12	0,70	0,20 - 0,45

Fonte: Coelho e Simões (2015).

Referências

- CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v.22, n.1, p.115-127, 2013.
- COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; CRUZ, J. L. **Uso da transpiração máxima de mamoeiro para o manejo irrigação por gotejamento em regiões úmidas e sub-úmidas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e fruticultura Tropical, 2006. 29 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura; Documentos, 106).
- COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. da S.; OLIVEIRA, A. M. G.; SILVA, T. S. M. da. Marcha de absorção de macro e micronutrientes do mamoeiro Sunrise Solo. In: MARTINS, et al (Ed.). **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória, ES: Incaper, p. 29-40, 2007.
- COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M. da; ALMEIDA, C. O. de; ALBUQUERQUE, A. F. A. de; SILVA, O. S. M. da. **Impacto do aquecimento global na aptidão do Estado da Bahia para o cultivo do mamoeiro**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 52).
- COELHO, E. F.; SIMOES, W. L. **Onde posicionar sensores de umidade e de tensão de água do solo próximo da planta para um manejo mais eficiente da água de irrigação**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 109).
- JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990.
- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. de. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Org.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, p.157-232, 2011.
- REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Current Agricultural Science and Technology**, v.17, n.1, p.66-77, 2011.
- REIS, J.B.R. da S.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, P. M. de; COSTA, É. L. da; CARVALHO, G. C. Irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.275, p.48-57, jul./ago., 2013.

Literatura Recomendada

COELHO, E. F. C.; SIMÕES, W. L.; CARVALHO, J. D.; COELHO FILHO, M. A. **Distribuição de raízes e extração de água do solo em fruteiras tropicais sob irrigação**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. 80 p.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R. dos; COELHO FILHO, M. A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de Tabuleiros Costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n.1, p. 175-178, 2005.

CUNHA, R.J.P. **Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo e sintomatologia de deficiências de macronutrientes e do boro em mamoeiro**, 1979. 131 f. il. Piracicaba: ESALQ, 1979. (Tese Doutorado).

LIMA, D. M.; FARIAS, M. A. A. ; CALDAS, R. C. Crescimento do mamoeiro cultivar Tainung número 1 sob diferentes regimes de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12. Uberlândia, 2002. **A inserção da agricultura irrigada no ciclo hidrológico com: segurança alimentar revitalização hídrica e sustentabilidade ambiental**: [anais]. Uberlândia: ABID, 2002. CD-ROM.