

## Uso da Transpiração Máxima de Mamoeiro para o Manejo de Irrigação por Gotejamento em Regiões Úmidas e Sub-úmidas







*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1809-4996

Outubro, 2007

## ***Documentos 162***

# **Uso da Transpiração Máxima de Mamoeiro para o Manejo de Irrigação por Gotejamento em Regiões Úmidas e Sub-úmidas**

Mauricio Antonio Coelho Filho  
Eugênio Ferreira Coelho  
Jailson Lopes Cruz

Cruz das Almas, Bahia  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

***Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical***

Rua Embrapa, s/nº

Caixa Postal 007

CEP 44380-000, Cruz das Almas, Bahia

Fone: (75) 3621-8000

Fax: (75) 3621-8097

Homepage: <http://www.cnpmf.embrapa.br>

E-mail: [sac@cnpmf.embrapa.br](mailto:sac@cnpmf.embrapa.br)

*Comitê de Publicações da Unidade*

Presidente: *Domingo Haroldo Reinhardt*

Vice-Presidente: *Alberto Duarte Vilarinhos*

Secretária: *Cristina Maria Barbosa Cavalcante Bezerra Lima*

Membros: *Adilson Kenji Kobayashi*

*Carlos Alberto da Silva Ledo*

*Fernanda Vidigal Duarte Souza*

*Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa*

*Getúlio Augusto Pinto da Cunha*

*Márcio Eduardo Canto Pereira*

Supervisor editorial: *Domingo Haroldo Reinhardt*

Revisor de texto: *Domingo Haroldo Reinhardt*

Normalização bibliográfica: *Sônia Maria Sobral Cordeiro*

Tratamento de ilustrações: *Maria da Conceição Borba*

Foto da capa: *Maurício Antonio Coelho Filho*

Editoração eletrônica: *Maria da Conceição Borba*

*1ª edição*

Publicado em CD / Tiragem: 10 unidades

*Todos os direitos reservados.*

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Coelho Filho, Maurício Antonio

Uso da transpiração máxima de mamoeiro para o manejo de irrigação por gotejamento em regiões úmidas e sub-úmidas [recurso eletrônico] / Maurício Antonio Coelho Filho, Eugênio Ferreira Coelho, Jailson Lopes Cruz. – Dados eletrônicos. – Cruz das Almas : Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. – (Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-4996; 162).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web: <[http://www.cnpmf.embrapa.br/publicações/documentos/documentos\\_162.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/publicações/documentos/documentos_162.pdf)>.

Título da página Web (acesso em: 10/10/2007)

Editado originalmente em formato CD-ROM em 2006, ISSN 1808-0707.

1. Irrigação. 2. Fruticultura. 3. Mamão. I. Coelho Filho, Maurício Antonio. II. Coelho, Eugênio Ferreira. III. Cruz, Jailson Lopes. IV. Série.

---

CDD - 631.587 (21 ed.)

© Embrapa 2006

# **Autores**

## ***Mauricio Antonio Coelho Filho***

Eng° Agr°, D.Sc., Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, Cx. Postal 007, 44380-000, Cruz das Almas - BA, macoelho@cnpmf.embrapa.br

## ***Eugênio Ferreira Coelho***

Eng° Agrícola, Ph.D., Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, Cx. Postal 007, 44380-000, Cruz das Almas - BA, ecoelho@cnpmf.embrapa.br

## ***Jailson Lopes Cruz***

Eng° Agr°, D.Sc., Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, Cx. Postal 007, 44380-000, Cruz das Almas - BA, jailson@cnpmf.embrapa.br



# Apresentação

O suprimento de água às fruteiras, tanto em qualidade como em quantidade, frequência e localização apropriadas, é de elevada importância para auferir não apenas produtividades expressivas, mas também qualidade das frutas condizente com as exigências do consumidor. Este fator representa, ainda, componente muito relevante na definição dos custos de produção dessa atividade, o que determina uma busca contínua por conhecimentos, metodologias e tecnologias que possam contribuir para uma maior eficiência e eficácia da prática da irrigação.

Neste contexto, o presente documento apresenta os resultados de vários anos de estudos desenvolvidos por pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, visando aprimorar o manejo da irrigação por gotejamento na cultura do mamoeiro, com ênfase no uso da transpiração máxima como parâmetro na determinação das lâminas de água. O texto destaca também cuidados no correto manejo da irrigação por gotejamento visando garantir melhor distribuição da água em função do desenvolvimento do sistema radicular do mamoeiro.

Esta publicação representa mais um produto do expressivo programa de pesquisa desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical com foco na adaptação, geração e transferência de tecnologias capazes de aumentar a eficiência do uso da água no cultivo de fruteiras tropicais.

**José Carlos Nascimento**

Chefe Geral

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

# Sumário

Introdução .....	9
Uso da transpiração máxima para o manejo de irrigação por gotejamento .....	15
Cuidados para o correto manejo de irrigação por gotejamento .	24
Referências Bibliográficas .....	25



# Uso da Transpiração Máxima de Mamoeiro para o Manejo de Irrigação por Gotejamento em Regiões Úmidas e Sub-úmidas

---

## Introdução

Quando se deseja realizar corretamente o manejo de irrigação é necessário o conhecimento dos fatores que afetam o consumo de água do pomar. É importante, também, que todos os outros elementos que afetam as plantas sejam manejados corretamente, potencializando assim a produtividade.

No caso de mamoeiro, cuidados especiais devem ser tomados com a nutrição das plantas, pois a cultura é muito exigente principalmente em N e K; com a incidência de pragas que demandam intenso monitoramento do pomar; e com o controle correto da umidade do solo, em função da planta ser muito sensível ao déficit hídrico e ao encharcamento. Neste caso, é importante que o irrigante monitore a umidade do solo, por exemplo, com uso de tensiômetros, e calcule a lâmina de irrigação com base na demanda de água da atmosfera, que varia diariamente em função dos elementos meteorológicos reinantes no ambiente em que se encontra o pomar irrigado (Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), Radiação Solar ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), Velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ) e Umidade Relativa do Ar (%)).

A demanda de água potencial é conhecida como Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>), que expressa a perda diária de água ( $\text{mm dia}^{-1}$  ou  $\text{L m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) ocorrida em superfície padrão: sendo aquela que ocorre em uma cultura

hipotética, com altura fixa de 0,12 m, poder refletor (albedo) de 23% e resistência difusiva do dossel ao transporte de vapor d'água de 69 s.m<sup>-1</sup>. Esses valores correspondem por exemplo, a evapotranspiração de uma superfície coberta com grama, em crescimento ativo e sem restrições de água no solo, que é a cobertura vegetal utilizada em estações meteorológicas.

Como a cobertura vegetal do pomar e os processos de trocas de energia do mamoeiro são diferentes da cultura de referência (gramado), é necessário transformar essa ETo em evapotranspiração da cultura (ETc) que irá variar, quando não houver restrição hídrica, em função dos elementos que afetam a ETo e a área foliar da cultura (Figura 1a), sendo relacionada à ETo com uso de coeficiente de cultivo (Kc), que varia de 0,4 a 1,2 para cultura do mamoeiro dependendo do crescimento (AFT) das plantas. O ponto mínimo é logo após o plantio e o máximo quando a planta atinge seu crescimento potencial:

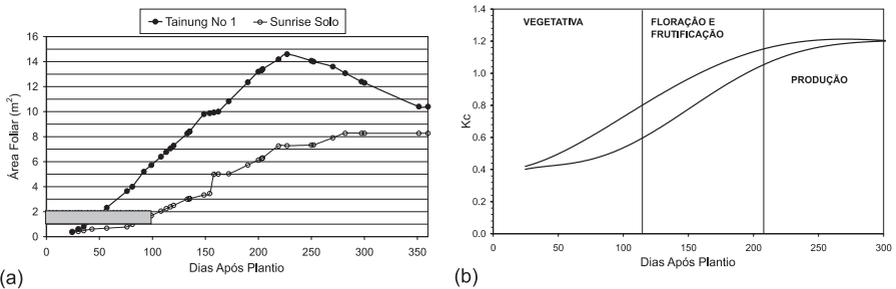
$$ETc = ETo * Kc \quad 1$$

sendo ETc a evapotranspiração da cultura em mm dia<sup>-1</sup>.

Tomando como base as áreas foliares determinadas em experimentos com mamão Tainung N° 1 e Sunrise Solo, Cruz das Almas – BA (Figura 1a), obtém-se as curvas de Kc para cultura (Figura 1b). As curvas são diferentes pois a taxa de crescimento do Tainung N° 1 é superior à do Sunrise Solo, e portanto a exigência por água torna-se maior para esse mamoeiro no primeiro ano do desenvolvimento (até 270 dias após plantio (DAP)). A máxima superfície foliar (m<sup>2</sup>) das plantas é alcançada, em média, a 225 dias após o plantio (DAP) no Tainung e 270 DAP no Sunrise Solo, quando o Kc atinge seu máximo de 1,2.

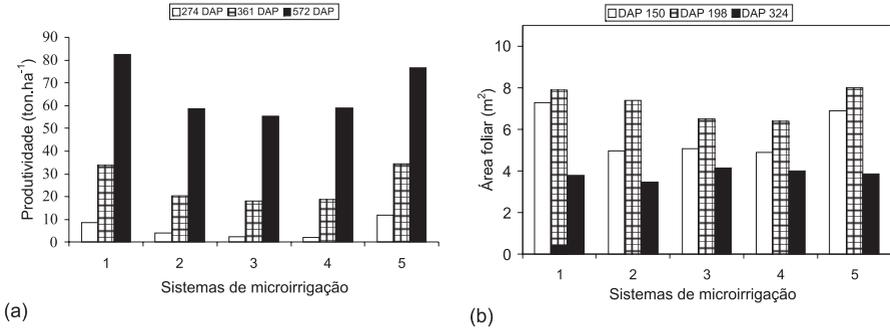
É importante salientar que o consumo de água irá depender, também, de como se maneja a cobertura vegetal do pomar. Pomares com incidência de ervas daninhas consomem mais água por unidade de terreno (mm dia<sup>-1</sup>) comparados a pomares mantidos limpos. Desta forma os Kcs podem se aproximar de 1 mesmo estando o pomar em fase inicial de crescimento, em função da parcela evapotranspirada pelo mato.

Em sistemas de irrigação localizados, há maior economia de água comparados à aspersão, pois nesses sistemas apenas parte do solo é irrigada, diminuindo as perdas por evaporação (aspersão < microaspersão < gotejamento). A microaspersão destaca-se como o sistema mais utilizado na prática, vindo a substituir a aspersão convencional em diversas propriedades agrícolas. O gotejamento também vem sendo usado para a cultura do mamoeiro e propicia à cultura melhores condições de desenvolvimento e produção que os sistemas de irrigação por sulco e aspersão (Rungsimanop et al., 1988; Elder et al., 2000).



**Fig. 1.** Curvas de crescimento (AF – m<sup>2</sup>) de mamoeiro Tainung N°1 e Sunrise Solo, referentes a pomares irrigados (a); Curvas de Kc para mamoeiro Tainung N°1 e Sunrise Solo (b).

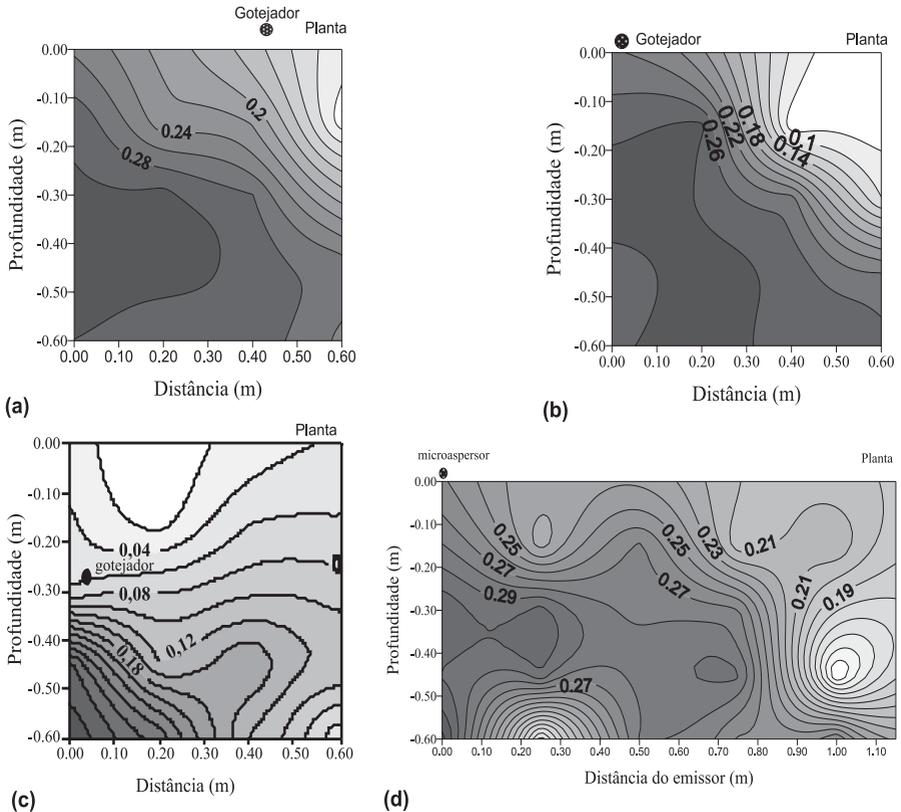
Em estudo realizado em Cruz das Almas – BA, foram avaliados diversas configurações de sistemas localizados de irrigação (gotejamento e microaspersão) no desenvolvimento de mamoeiro Sunrise Solo. Como pode ser verificada pela Figura 2a, os sistemas de gotejamento junto à linha de plantio (0,20 m) e o de microaspersão (um emissor para duas plantas) se destacaram, com produtividades semelhantes de aproximadamente 80 t /ha. As outras configurações não favoreceram, nas condições estudadas, o bom desenvolvimento das plantas de mamoeiro, principalmente na fase vegetativa, quando a planta possui sistema radicular pouco desenvolvido e a distribuição de água não favoreceu a absorção radicular.



**Fig. 2.** Produtividades do mamoeiro cv. Sunrise Solo sob diferentes sistemas de microirrigação aos 274, 361, 572 dias após o plantio (DAP). T1 - gotejamento superficial junto à fileira de plantas; T2 - gotejamento superficial entre fileiras duplas; T3 - gotejamento enterrado junto à fileira de plantas; T4 - gotejamento enterrado no centro de fileiras duplas de plantas; T5 - microaspersão (um microaspersor para duas plantas) (a); Área foliar aos 150, 198 e 324 dias após o plantio (DAP) (b). Fonte: Coelho Filho & Coelho (2007).

A questão de distribuição de água pelo sistema localizado de irrigação é muito importante para cultura do mamoeiro, que é muito sensível ao déficit hídrico. O melhor crescimento, desenvolvimento e produtividade do mamoeiro sob microaspersão e gotejamento superficial junto à linha de plantas (Figura 2 a e 2b) pode ser explicado ao se analisar a distribuição de umidade no perfil de solo proporcionada por cada sistema de irrigação (Figura 3).

A partir da distribuição de umidade no perfil de solo entre planta e emissor, após período de secamento, antes de um evento de irrigação, pode ser verificado reduções da umidade próximo à planta em todos os tratamentos, indicando que houve um grande volume de extração de água nessa região no intervalo entre irrigações (Figura 3). No caso da microaspersão, possivelmente, maiores área e volumes molhados do solo favoreceram o crescimento radicular das plantas e aumento proporcional da região de absorção de água e nutrientes, contribuindo para o fornecimento de água e nutrientes adequado para o desenvolvimento potencial da planta.



**Fig. 3.** Distribuição de água ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) no perfil de solo entre a planta e os emissores, até 0,60 m da planta para: (a) linha lateral junto à fileira de planta, gotejador superficial; (b) linha lateral entre fileira de plantas, gotejador superficial; (c) linha lateral entre fileira de plantas, gotejador enterrado; (d) linha lateral entre fileiras de plantas, um microaspersor para duas plantas.

Ao se utilizar a irrigação por gotejamento superficial junto à linha de plantas (Figura 3a), na zona onde se concentra efetivamente o sistema radicular das plantas irrigadas por gotejamento, a 0,45 de profundidade e a 0,35 de distância da planta (Coelho et al., 2005), a umidade estava facilmente disponível, próxima à capacidade de campo ( $0,23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), antes de um novo evento de irrigação, ou seja, a planta não sofreu déficit hídrico, o que justificou a produtividade alcançada.

No caso do gotejamento superficial entre linhas Figura 3b, antes da irrigação, boa parte da zona radicular apresentava-se com umidade abaixo da capacidade de campo indicando, diferentemente do sistema junto à planta, que a expansão do bulbo úmido não foi suficiente para a adequada absorção radicular de água e nutrientes, principalmente na fase de desenvolvimento inicial das plantas. A condição ficou mais crítica com o uso do gotejamento enterrado entre fileiras de plantas (Figura 3c).

Verifica-se, pela Figura 2b, que os sistemas de gotejamento superficial entre fileiras de plantas e enterrados apresentavam diferenças maiores com relação à superfície foliar total do mamoeiro aos 150 DAP, um claro indicativo de que o fator principal para as diferenças de produtividades finais tenha sido a pequena capacidade das plantas de aproveitamento da água distribuída pelo sistema de irrigação, quando havia pouco desenvolvimento radicular da cultura. Esse fator pode ter sido decisivo para o pequeno crescimento das plantas, na fase inicial de desenvolvimento, comparado aos tratamentos 1 e 5, afetando a produtividade potencial da cultura mesmo após dois anos de cultivo.

É importante salientar, apesar dos resultados apresentados para o sistema de microaspersão, que a escolha do modelo do microaspersor é fundamental para o aumento da eficiência de irrigação. A distribuição de água pelo sistema deve ser avaliada, em função do espaçamento das plantas e posicionamento em que serão instalados os micros em relação à planta. Por exemplo, considerando o microaspersor distanciado a 1,6 m da planta, para os diferentes perfis de distribuição de água da Figura 4, o tempo de irrigação será bastante diferente para atendimento das necessidades, mesmo, em se tratando de microaspersores possuindo a mesma vazão (M1 e M3). Isso ocorre principalmente no início de desenvolvimento da planta, quando o sistema radicular ainda está pouco desenvolvido. Vale ressaltar que o M1 não molha até 0,2 m de distância e

com uma hora de irrigação serão aproximadamente irrigados 3,5 mm até 0,4m considerando o M3 e apenas 1 mm considerando o M1. Sendo assim, comparativamente, o tempo de irrigação deverá ser superior, no caso da irrigação com M1, para suprir essa diferença.

Na mesma Figura, o microaspersor M2 (que possui vazão superior aos demais) distribui água mais uniformemente em todo perfil, sendo este mais apropriado principalmente quando se usa espaçamento simples entre plantas (um micro para quatro plantas). Neste caso a distância entre o micro e a planta é superior à adotada em fileira dupla (um micro para quatro plantas) ou fileira simples (um micro para duas plantas).

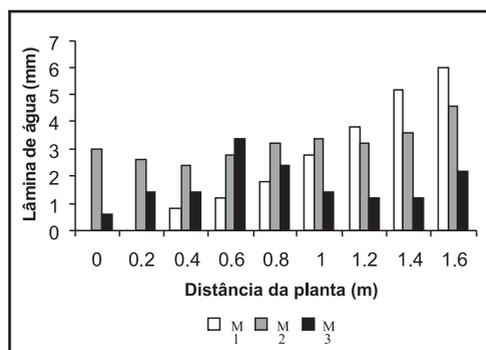


Fig. 4. Perfil de distribuição de água (mm/hora) de três modelos de microaspersores.

## Uso da transpiração máxima para o manejo de irrigação por gotejamento

O sistema de irrigação por gotejamento, quando bem manejado, é o que proporciona maior eficiência de uso de água comparado aos demais, com garantias de produtividades potenciais para cultura. É muito importante, ao se utilizar esse sistema de irrigação, associar a prática de fertirrigação. Essa prática aumenta a eficiência de absorção de nutrientes pela planta

em função do fornecimento de adubo ser parcelado (semanalmente) conforme as exigências de cada fase de desenvolvimento da cultura, garantindo a adequada nutrição da planta.

Nesse sistema de irrigação apenas parte do solo fica com superfície molhada, reduzindo a área evaporada (Figura 5b e 5c). Portanto a planta de mamão é a principal responsável pelo uso de água do pomar na forma de transpiração. Se desprezarmos a parcela evaporada e a drenagem profunda (manejo dentro dos padrões recomendados), a reposição de água pela irrigação fica dependente do que foi consumido (transpirado) pelo pomar entre dois eventos de irrigação.

Nessa linha de pensamento, a transpiração é um processo que pode ser utilizado como parâmetro para quantificação da lâmina de irrigação.

Existem muitos fatores que afetam a transpiração de uma planta (solo, clima, planta e manejo agrônômico do pomar), por isso as mudanças no sistema de plantio (espaçamento), crescimento do pomar, níveis de adubação e irrigação, tipo de solo, podas de formação e condução afetam as respostas das plantas à demanda de água pela atmosfera.

Uma maneira de minimizar o efeito dessas variáveis, quando se trabalha potencialmente, é utilizando um parâmetro que sirva para padronização da transpiração.

Se observarmos o comportamento da transpiração em plantas de mamoeiro ao longo de dias consecutivos (Figura 6a e 6 b), é possível se separar o efeito do ambiente e da planta que interferem no fluxo de seiva (transpiração máxima integrando-se 24 horas). Na Figura 6a observa-se que as plantas respondem às condições meteorológicas reinantes, acompanhando dinamicamente as variações da radiação global (RG) ao longo de uma seqüência de três dias seguidos. A transpiração cai drasticamente a valores próximos a zero, devido à ocorrência de chuva. No segundo dia da seqüência, predominantemente nublado, as pequenas taxas de transpiração refletem a baixa disponibilidade



(a)



(b)

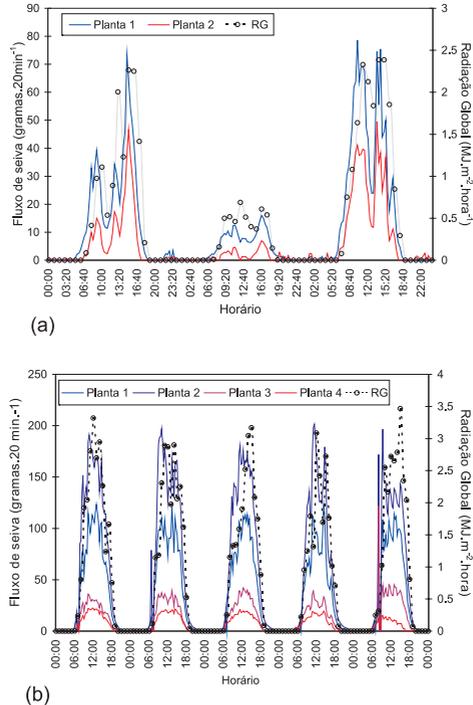


(c)

Fotos: (a) e (b) Eugênio Ferreira Coelho, (c) Maurício Antonio Coelho Filho

**Fig. 5.** Sistemas de irrigação localizada por microaspersão com coletores para avaliação de distribuição de água (a); detalhe de superfície de solo molhada por sistema de gotejamento (b); irrigação localizada por gotejamento em mamoeiro Sunrise Solo em Cruz das Almas-BA, com cobertura verde (feijão de porco) no período úmido do ano (c).

energética reinante no dia (efeito ambiental). A Figura 1b mostra que plantas com maior superfície foliar (AF) transpiram sempre mais quando comparadas às de menor AF (efeito da planta), contudo respondendo igualmente às variações da radiação global (RG) em  $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , também observado quando se acompanha o fluxo de seiva das plantas 1 e 2 da Figura 6a.



**Fig. 6.** Transpiração máxima de mamoeiros Tainung N°1 em dias chuvosos com baixa disponibilidade energética (a) e em dias sem nuvens e elevada disponibilidade energética (b).

Neste sentido, a área foliar vem sendo adotada com sucesso em frutíferas, como variável para padronização da transpiração, permitindo a comparação de estimativas da transpiração ( $\text{litros} \cdot \text{m}^{-2} \text{ de folha dia}^{-1}$ ) em locais e espécies diferentes como foi realizado por Angelocci & Valancogne (1993) e Braun et al. (2000) em macieiras, Coelho Filho

(2002) e Marin et al. (2001) em plantas jovens e árvores, respectivamente, de lima ácida 'Tahiti', Coelho Filho et al. (2003) em mamoeiro e Oliveira et al (2005) em mangueira.

No trabalho com mamoeiro, Coelho Filho et al (2003) determinaram a transpiração máxima de mamoeiros irrigados por gotejamento, padronizando-as com uso da área foliar das plantas ( $L \cdot m^{-2} \text{ folha} \cdot \text{dia}^{-1}$ ), assim como realizado por Coelho Filho et al. (2004). Após a padronização, os valores da transpiração (T) foram correlacionados com a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) ( $\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$ ), conforme a seguinte equação:

$$T = 0,56 * E_{to} * AF$$

2

em que 0,56 é o coeficiente K de ajuste da regressão linear que permite a estimativa da transpiração de plantas de mamão T ( $L \text{ dia}^{-1}$ ) com a informação da área foliar AF ( $m^2$ ) e demanda atmosférica ET<sub>o</sub> ( $\text{mm dia}^{-1}$ ).

Na Tabela 1 são apresentadas as lâminas de irrigação mínimas 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 da planta (AF –  $m^2$ ) e da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub> –  $\text{mm dia}^{-1}$ ), usando a Equação 2. Esses valores podem servir como referência para pomares irrigados em que sejam realizados manejos de conservação de água do solo ou mediante a utilização de sistemas de irrigação altamente eficientes, como é o caso da irrigação com gotejamento. A vantagem de se utilizar essa metodologia de cálculo é que as lâminas serão ajustadas às condições de crescimento das plantas do pomar e das variações das condições meteorológicas, sendo, portanto, menos subjetivas do que o simples estabelecimento de um único coeficiente, como é o caso de K<sub>c</sub> (Equação 1).

**Tabela 1.** Valores estimados da transpiração ( $L \cdot dia^{-1}$ ) de plantas de mamão com base no conhecimento da área foliar e da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).

AF (m <sup>2</sup> )	ET <sub>o</sub> (mm)			
	2	3	4	5
1	1,1	1,7	2,2	2,8
2	2,2	3,4	4,5	5,6
3	3,4	5,0	6,7	8,4
4	4,5	6,7	9,0	11,2
5	5,6	8,4	11,2	14,0
6	6,7	10,1	13,4	16,8
7	7,8	11,8	15,7	19,6
8	9,0	13,4	17,9	22,4
9	10,1	15,1	20,2	25,2
10	11,2	16,8	22,4	28,0
11	12,3	18,5	24,6	30,8
12	13,4	20,2	26,9	33,6

Em função do grande potencial que essa metodologia possui para se calcular a lâmina de irrigação de mamoeiro; por permitir o uso eficiente de água de irrigação segundo as necessidades reais do pomar (crescimento das plantas e demanda de água pela atmosfera); e pela simplicidade de uso, foi realizado um experimento tomando como base estudos básicos de modelagem da transpiração de mamoeiro e determinação rápida de área foliar em nível de campo (Equação 2), a fim de avaliar níveis de reposição de água em pomar irrigado por gotejamento nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas – BA.

Nesse estudo, a frequência de irrigação foi diária e as reposições de água (níveis em relação à transpiração) foram: T1 = 0,85T; T2 = 0,95T; T3 = 1,0T; T4 = 1,1T calculadas a partir Equação 2, com a informação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), determinada diariamente utilizando uma estação meteorológica automática; e da área foliar (AF - m<sup>2</sup>) determinada quinzenalmente no pomar segundo Coelho Filho et al. (2005).

Como pode ser observado pela Figura 7, que representa graficamente o balanço hídrico seqüencial de Cruz das Almas-BA, no período de execução do experimento (05 de junho de 2005 (plantio) a 30 de abril de 2006 (última colheita)), apenas nos primeiros três meses (fase vegetativa) ocorreu excesso de água, meses no qual o consumo de água do pomar foi pequeno, em função da reduzida superfície foliar das plantas (Figura 8a). Entre abril de 2005 e abril de 2006, compreendendo as fases de floração/frutificação e produção, houve um longo período de déficit hídrico, sendo necessária a irrigação, sem a qual as plantas não teriam um bom desenvolvimento. Nesse sentido, a distribuição de chuvas favoreceu as avaliações (comparações de lâminas de irrigação). Ao longo do trabalho, segundo o balanço hídrico seqüencial, houve excesso de 221 mm, déficit de 548 mm e total de chuva de 994 mm.

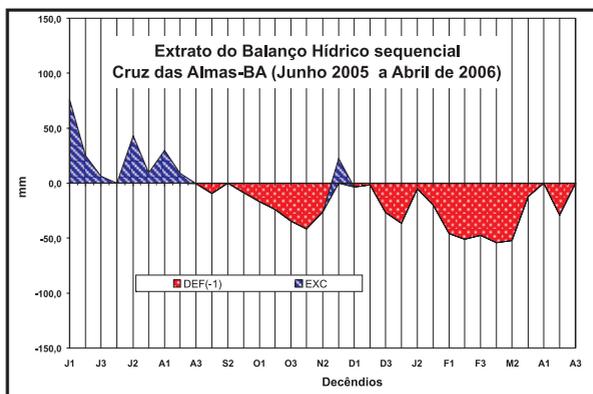
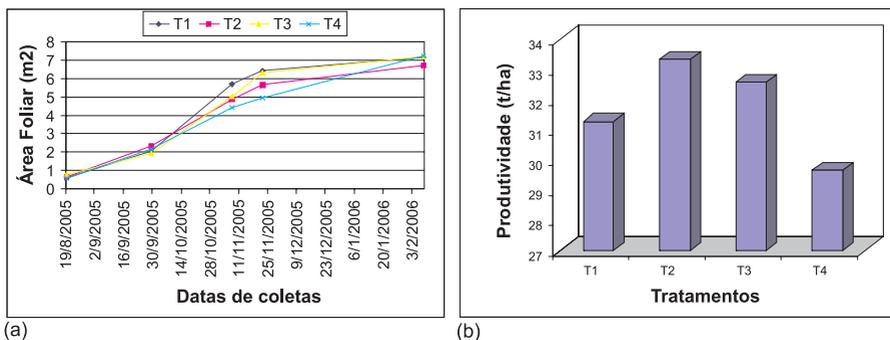


Fig. 7. Balanço hídrico seqüencial de Cruz das Almas - BA, de junho de 2005 a abril de 2006.

Os resultados não evidenciaram diferenças estatísticas com relação ao crescimento de plantas (área foliar, diâmetro de caule e altura de plantas) e produtividade do pomar. Pode ser observado, considerando o crescimento das plantas (Figura 8a) que houve grande aproximação entre os tratamentos estudados, sendo observado menor AF justamente no tratamento em que recebia lâmina superior à transpiração, sendo um

indicativo de excesso de água. Esse comportamento refletiu nas produções (Figura 8b) que em termos absolutos foram superiores, em média, nos tratamentos 2 e 3, respectivamente 0,9 T e 1T. O T4 assim como verificado nos resultados de AF, apresentou menor produção e o tratamento 1 foi ligeiramente inferior aos T2 e T3, sendo um indicativo de resposta ao pequeno déficit hídrico.



**Fig. 8.** Crescimento da área foliar em função dos tratamentos T1 = 0,85T; T2 = 0,95T; T3 = 1,0T; T4 = 1,1T (a); e produtividades alcançadas por cada tratamento (b).

Como resultado geral desse experimento, pode-se concluir que o manejo de irrigação usando a transpiração como base para os cálculos de LI é um avanço no que se refere ao manejo de água em sistemas por gotejamento em regiões úmidas e sub-úmidas, quando não há perdas de água por evaporação, pois trabalha com informações relativas à demanda de água pela atmosfera ( $ET_o$ ) que governa os processos de trocas de energia em condições irrigadas e informações quanto ao crescimento das plantas, diminuindo, assim, as subjetividades da utilização dos coeficientes de cultivos ( $K_c$ ).

A maior dificuldade para o uso dessa metodologia diz respeito à determinação da área foliar (AF) das plantas, variável de entrada do modelo (Equação 2). Entretanto, diferentemente, por exemplo, da lima ácida 'Tahiti', cuja área foliar pode variar de poucos  $m^2$  até centenas de  $m^2$

(Coelho Filho et al, 2004), as plantas de mamoeiros são pequenas e a disposição das folhas permitem medidas das nervuras centrais que servem como parâmetro para estimativa da área foliar total da planta (AFT).

Trabalho realizado por Coelho Filho et al (2005) mostrou que, com o conhecimento do número total de folhas da planta e com apenas cinco ou seis medidas de nervuras centrais de folhas distribuídas ao longo do dossel é possível a estimativa da área foliar total de plantas de mamoeiro (AFT). Por ser um método fácil, rápido e que minimiza esforços é adequado para análises de crescimento em nível de campo ou para estimativas de área foliares de pomares visando o manejo de irrigação. O aumento de plantas avaliadas, assegura um valor médio bem estimado.

Caso não seja possível o acompanhamento do crescimento das plantas em nível de campo, apesar da simplicidade de adoção da metodologia de Coelho Filho et al (2005) e de ser recomendável esse procedimento, a Figura 1a pode servir de referência para o manejo de irrigação, considerando que foram geradas a partir de pomares altamente produtivos.

Como exemplo de manejo usando a transpiração, se numa propriedade foi implantada uma área irrigada por gotejamento para atender as necessidades complementares de água de um plantio de mamoeiro Tainung e com as seguintes variáveis:

- Uso de três gotejadores por planta, possuindo vazão (Vz) de 3,85 L hora<sup>-1</sup>;
- Eficiência do sistema de irrigação (EI) de 95%;
- Pomar 180 DAP possuindo área foliar média (medida de 10 plantas na área de interesse) de 12 m<sup>2</sup>;

- Evapotranspiração de referência  $ET_o$  ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) estimada com uso de evaporímetro (Tanque Classe A) de 4 mm  $\text{dia}^{-1}$ ;

a lâmina de irrigação  $LI$  ( $\text{L planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) poderia ser calculada a partir da Equação 2:

$$LI = \frac{(0,56 * ET_o * AF)}{0,95} =$$

$$LI = \frac{(0,56 * 3,50 * 12)}{0,95} \cong 25 \text{ L} \cdot \text{planta}^{-1}$$

O tempo de irrigação  $TI$  (horas), seria:

$$TI = \frac{LI}{V_z * 3} \cong 2,16 \text{ horas ou } 130 \text{ min}$$

## Cuidados para o correto manejo de irrigação por gotejamento

Em se tratando de irrigação localizada por gotejamento, pode haver distribuição de água inadequada para planta (menor eficiência de irrigação) no início de desenvolvimento (fase vegetativa), quando a distribuição radicular ainda está concentrada muito próximo da planta. Isso ocorre, por exemplo, quando se irriga com três gotejadores por planta. Pode ocorrer, dependendo da textura do solo, do bulbo formado não alcançar o sistema radicular da planta adequadamente. Nesse caso, se for aplicado exatamente o que foi consumido (Equação 1), a planta poderá entrar em déficit hídrico.

Para contornar esse problema, como sugestão, adotada com bons resultados nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas-BA, é aconselhável considerar utilizar um valor fixo de  $AF$  para cálculo da transpiração variando de 1 a 2  $\text{m}^2$ , até aproximadamente 50 DAP para

mamão Tainung e 100 DAP para Sunrise Solo. Verificar, pela Figura 1a que é o tempo aproximado que a planta atinge AF de 2 m<sup>2</sup>. Quando a planta atingir o crescimento fixado nos primeiros meses de cultivo (1 m<sup>2</sup> a 2 m<sup>2</sup> de folha), deverão ser usadas as medidas realizadas em campo, pois o consumo irá superar o valor fixo. Nesse ponto o sistema radicular já estará distribuído suficientemente bem para absorver água e nutrientes nos bulbos formados pelos gotejadores, com elevada eficiência de irrigação.

É muito importante o acompanhamento da umidade do solo, em se tratando de climas úmidos e sub-úmidos, para se evitar o excesso de irrigação em períodos de secamento de solo em épocas chuvosas. Após um evento de chuva a tomada de decisão, referente ao momento de se reiniciar as irrigações, deverá ser realizada com critério, pois o diagnóstico visual em função da planta (murchamento das folhas) poderá ser tardio, comprometendo a produção potencial; ou contrariamente poderá resultar em excesso de água quando se faz análise visual das condições do solo.

De maneira geral, considerando tensiômetros instalados a 0,10 m, 0,20 m e 0,50 m de profundidade na zona de maior concentração radicular (até 0,5 m de distância do caule) o potencial mátrico referencia para retorno da irrigação será de 10 a 15 KPa para solos arenosos e 15 a 25 KPa para solos argilosos. Sendo importante a avaliação da textura do solo e da curva de retenção de água (análises realizadas em Laboratórios de Física do Solo) para definição dos limites críticos em cada caso.

## Referências Bibliográficas

ANGELOCCI, L.R.; VALANCOGNE, C. Leaf area and water flux in apple trees. *Journal of Horticultural Science*, v.67, n.2, p.299-307, 1993.

BAKER, J.M.; van BAVEL, C.H.M. Measurement of mass flow of water in the stems of herbaceous plants. **Plant, Cell and Environment**, v.10, p.777-782, 1987.

BRAUN, P.; MAURER, B.; HEINEMANN, G. Scaling transpiration in apple orchards – meteorological versus plant based physiological measurements. **Acta Horticulturae**, v. 537, p. 45-51, Oct. 2000.

COELHO FILHO, M.A. Determinação da transpiração máxima em um pomar jovem de lima ácida ‘Tahiti’ (Citrus latifolia Tan.) e sua relação com a evapotranspiração de referência. Piracicaba, 2002. 91p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; ROJAS, J. D.; CAMPECHE, L.F.S.M.; FOLEGATTI, M.V. Relações entre transpiração máxima, área foliar e evapotranspiração de referência em pomar jovem de lima ácida ‘Tahiti’. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.2, p. 265-274, 2004.

COELHO FILHO, M.A.; CASTRO NETO, M.T.; COELHO, E.F. Transpiração máxima de plantas de mamão (*Carica papaya* L.) em pomar fertirrigado, nas condições de Cruz das Almas BA. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 13, Juazeiro. **Anais**. Viçosa: ABID, 2003. (CD-ROM)

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F.; ALVES, A. A. C. Método para estimativa da área foliar de plantas de mamoeiro do grupo solo e formosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOLOGIA, 14, Campinas. **Anais**. Campinas: SBA, 2005. (CD-ROM).

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação. **Irriga**, v12, n1, 2007 (no prelo).

COHEN, Y; FUCHS, M.; GREEN, G.C. Improvement of the heat pulse method for determining sap flow in trees. **Plant, Cell and Environment**, v.4, p.391-397, 1981.

ELDER, R. J. et al. Growth, yield and phenology of 2 hybrid papayas (*Carica papaya* L.) as influenced by method of water application. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.40, n.5, p.739-746, 2000

GRANIER, A. Une nouvelle methode pour la mesure du flux de seve brute dans le tronc des arbres. **Annales des Sciences Forestiers**, v.42, p.193-200, 1985.

MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C. Sap flow and evapotranspiration in an irrigated citrus orchard. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p.219-226, 2001.

OLIVEIRA, G. X. S.; COELHO FILHO, M. A.; PEREIRA, F. A. de C.; CASTRO NETO, M. T. de, COELHO, E. F. Relações entre transpiração máxima, área foliar de quatro variedades de manga e evapotranspiração de referência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14, Campinas. **Anais. Campinas: SBA**, 2005. (CD-ROM).

RUNGSIMANOP, C.; SUKSRI, A.; SRINUKUL, S. Some irrigation methods which influence the growth of custard apple and papaya when intercropped in northeast Thailand. **Horticultural Abstract**, Farnham Royal, v. 58, p.472-478, 1988.

SAKURATANI, T. A heat balance method for measuring water flux in the stem of intact plants. **Journal of Agricultural Meteorology**, v.37, n.1, p.9-17, 1981.



---

*Mandioca e Fruticultura Tropical*

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

