

1 – INTRODUÇÃO

A exploração agrícola da mangueira no semi-árido brasileiro, sob condições irrigadas através dos sistemas de irrigação (sulco, microbacias, aspersão, microaspersão e gotejamento), por quase duas décadas, compreendendo desde os mais baixos aos mais elevados níveis tecnológicos de manejo, particularizado para esta região, tem revelado uma alta resistência desta planta em relação ao déficit hídrico, principalmente nos meses de alta demanda evapotranspirométrica, por períodos prolongados. Esta característica destaca-se como uma estratégia de adaptação da mangueira às condições de climas tropicais sendo decorrente dos seguintes fatores: um grande volume de solo explorado pelo sistema radicular; tecidos das superfícies das raízes tolerante a dessecação; mecanismos morfológicos e fisiológicos que evitam a desidratação e manutenção do turgor celular, dentre eles o sistema vascular de toda a planta (raiz, caule, folhas e frutos) é revestido de um tipo resina, também associado a presença de latex na seiva.

É preciso destacar que, esta adaptação característica da mangueira não possibilita que seu manejo, sob condições irrigadas, seja feito sem prejuízos com suprimentos deficitários de água. Pois, já se tem verificado que esta resistência apenas garante a sobrevivência das plantas, uma vez que o manejo em condições de deficiência hídrica tem retardado tanto o desenvolvimento da planta quanto reduzido a produtividade e a qualidade dos frutos.

Visando a oferecer aos técnicos e produtores de manga, principalmente da região do semi-árido brasileiro, subsídios técnicos para melhorar as práticas de irrigação dessa cultura, elaborou-se este documento contendo uma série de informações, frutos de experiências de campo, compreendendo os seguintes temas: Qual o melhor sistema de irrigação? Como evitar irrigações deficitárias na cultura da manga; desenho de sistemas de irrigação fixos pressurizados versus indução floral; Manejo de irrigação na cultura da manga e Fertirrigação.

2. QUAL O MELHOR SISTEMA DE IRRIGAÇÃO?

São muitos os fatores a serem considerados para se eleger o melhor sistema de irrigação para a cultura da mangueira relativo a um local específico. Dentre eles podem-se destacar o Solo – que compreende as características pedológicas e topográficas; Água – quantidade, qualidade, localização, custo; Clima - precipitação, evapotranspiração de referência, umidade relativa do ar, vento; Energia – tipo de energia disponível na propriedade ou proximidades (elétrica ou diesel), e Nível sócio-econômico do empreendedor (Scaloppi, 1986).

A melhor ponderação desses dados com os aspectos técnicos de cada sistema de irrigação deve condicionar a escolha da melhor concepção. Diante disto, pode-se observar que a melhor escolha envolve muitos conhecimentos técnicos, logo não é uma decisão tão simples assim.

A propósito disto, é feita seguir uma discussão sucinta e objetiva a cerca de cada sistema de irrigação, o que poderá auxiliar na escolha do sistema mais adequado para cada caso específico.

2.1. Irrigação por Sulcos

Este método de irrigação é caracterizado pela derivação da água de canais terciários ou parcelares para sulcos, que têm a função de condicionar a infiltração da água no solo, bem como a sua condução ao longo do próprio sulco (Bernardo, 19??). Esta condução, geralmente resulta num triângulo de perda de água por percolação profunda, conforme Figura 1, cujas dimensões é função dos tempos de oportunidade nos trechos inicial e final do sulco, vazão aplicada, declividade e comprimento do sulco e do tipo de solo. Nos solos de textura arenosa, a eficiência de distribuição, que relaciona a lâmina infiltrada no final do sulco com a lâmina média aplicada, tende a apresentar valores muito baixos, principalmente quando se utiliza sulcos muito longos e vazões muito pequenas. Quando os sulcos são curtos, o triângulo de percolação tende a ser minimizado, mas que as perdas por escoamento superficial no final do sulco, tendem a elevar-se.

¹ Engo. Agro. M. Sc. em Irrigação e Drenagem; Projetar Irrigação LTDA, Fone (0 – xx – 81 – 864 – 4010) E-mail: projetar@netcap.com.br, 56300-000, Petrolina, PE.

² Engo. Agro. M. Sc. Em Irrigação e Drenagem; EMBRAPA-CPATASA; Fone (0xx 81862.1711) E-mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br, Caixa Postal 23, 56300-970 Petrolina, PE.

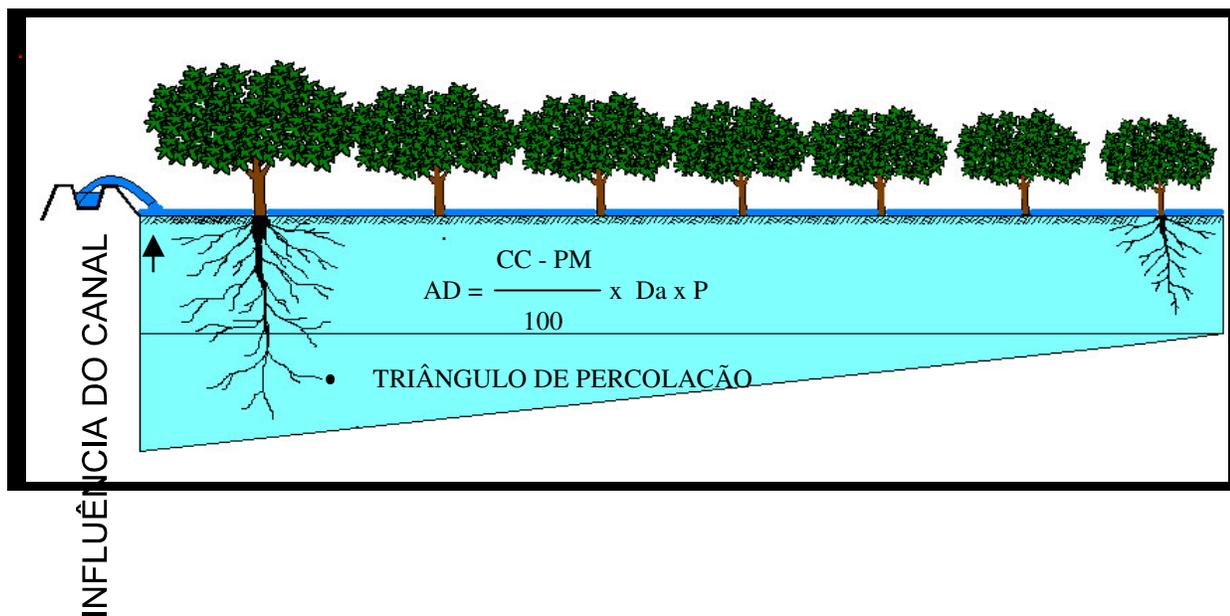


Fig. 1. Diagrama esquemático da infiltração da água no perfil do solo, ao longo do sulco, associado com a variação do porte e vigor vegetativo da cultura.

2.1.1. Caracterização

- Eficiência de aplicação inferior à 50%;
- Exige solos planos com textura de média a pesada e boas condições de drenagem interna;
- Exige mais cuidados com drenagem;
- Maior risco de salinização, devendo-se evitar o uso de águas com teores elevados de salinidade;
- Recomendado apenas até o 3º de idade quando então se tem início as induções florais;
- Dificulta estressar as plantas devido ao aprofundamento do sistema radicular e a influência dos canais;
- Não permite a fertirrigação;
- Histórico de produtividade na cultura da mangueira: $\leq 20 \text{ t/ha} \times \text{ano}$.

As elevadas perdas de água no trecho inicial do sulco tende a agravar-se ainda mais, em decorrência das perdas de água por percolação profunda ao longo dos canais de distribuição em terra batida ou até mesmo dos canais revestidos de concreto.

Isto resulta numa expressiva variação do nível água disponível (**AD**) no perfil do solo ao longo do sulco, condicionando como consequência, uma variação bastante significativa no desenvolvimento vegetativo da planta, de modo que as plantas situadas no trecho inicial do sulco, geralmente apresentam-se com maior porte que àquelas situadas no trecho final dos sulcos (Figura 1). Isto se torna num sério problema para o manejo do pomar. Pois, as plantas mais vigorosas do início da fileira exigirão práticas como poda, aplicação de reguladores decrescimento, maturadores, indutores de floração, etc., de forma bem diferenciada das plantas do final da mesma fileira, tornando a administração destas práticas muito difícil.

2.1.2. Alternativas que podem minimizar os efeitos deficitários da irrigação por sulcos

Dentre as alternativas podem-se destacar:

- O uso de sulcos parcialmente fechados no final ou mesmo ao longo do seu comprimento, através do uso de vertedores triangular confeccionados a partir de folhas de aço zincado. Esta alternativa tende a minimizar a desuniformidade da lâmina de água aplicada ao longo do sulco, bem como reduzir as perdas por escoamento no final do sulco (Soares, 1989). Deve-se ter o cuidado de utilizar sifões seguindo um padrão uniforme, tais como: tamanho, diâmetro, carga hidráulica, estado de conservação e limpeza do canal parcelar;
- O uso de sulcos curtos, fechados e nivelados, utilizando mangueiras de PVC flexível (Soares, 1986) ou tubos janelados;
- O revestimento dos canais primários, secundários e parcelares com lona de PCV flexível ou com manta asfáltica, no sentido de minimizar as perdas de água por percolação.

2.1.3. Custos do sistema de irrigação

a) Custo de investimento :.....	US\$ 720,00 /ha
b) Custo operacional anual:	
Custo do Capital (15% aa)	US\$ 108,00/ha
Mão-de-obra.....	US\$ 720,00/ha
Água (ETR = 4mm/dia).....	US\$ 325,00/ha
Depreciação (20 anos)+ manutenção.....	US\$ 54,00/ha
Total operacional anual:.....	US\$ 1.207,00/ha

2.2. Irrigação por Microbacias

De acordo com Soares (1986), este sistema de irrigação é caracterizado pela aplicação da água de irrigação numa pequena bacia circular situada sob a copa da planta (Figura 2). Neste caso, a lâmina de água armazenada no volume de solo molhado, sob influência da microbacia, disponível para o consumo da planta, normalmente é inferior à demanda hídrica da mangueira, relativa a um turno de rega que seja prático/operacional (1 a 2 irrigações por semana no máximo), principalmente para solos de textura arenosa. Plantas em fase de produção, em dias quentes e secos com alta demanda evapotranspirométrica, o referido volume de água armazenado pelo solo é suficiente para atender à sua necessidade hídrica apenas durante um ou dois dias, no máximo.

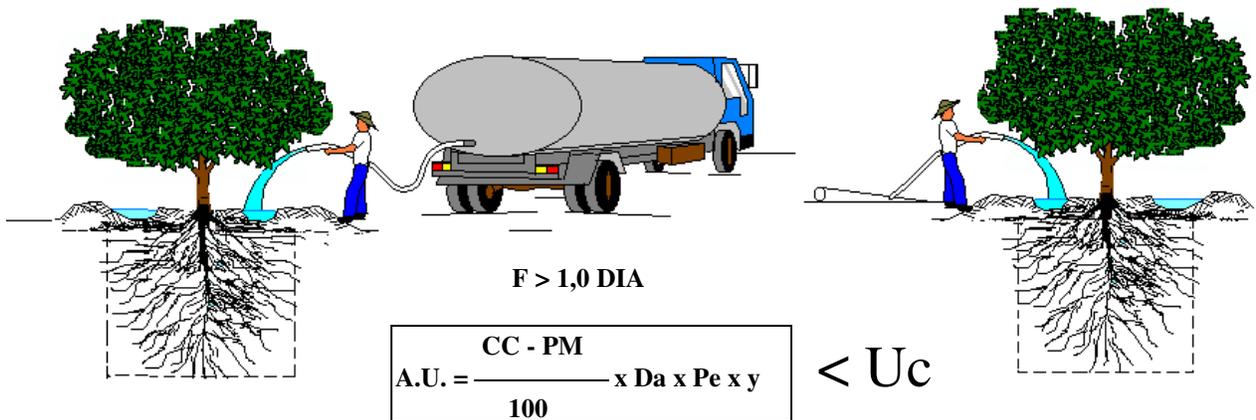


Fig. 2. Irrigação por microbacia na cultura da manga com destaque de que a água útil (A.U.) as plantas normalmente é inferior ao seu consumo (U_c).

2.2.1. Caracterização

- Eficiência de aplicação pode chegar até 50%;
- Há risco de salinização, devendo-se evitar o uso de águas teores médios a elevados de salinidade e de sódio;
- Recomendado até o 3º ano de idade quando então tem-se início o processo de indução floral;
- Não permite o uso da fertirrigação;
- Histórico de produtividade: $\leq 15 \text{ t/ano}$.

2.2.2. Custos do sistema de irrigação

Custo de investimento:.....	US\$ 900,00/ha
Custo operacional anual:	
Custo Capital (15% aa):.....	US\$ 135,00/ha
Mão-de-obra:.....	US\$ 1.080,00/ha
Água (ETR = 4mm/dia):	US\$ 540,00/ha
Depreciação (10 anos) + Manutenção:.....	US\$ 135,00/ha
Custo total anual:.....	US\$ 1.890,00/ha

2.3. Irrigação por aspersão

2.3.1. Aspersão Convencional e Pivô Central

Os sistemas de irrigação por aspersão móvel com aspersores convencionais e pivô central, caracterizado pela pulverização do jato d'água no ar, destacam-se como os piores sistemas de irrigação para estabelecimento da cultura da mangueira no campo. São os sistemas que dificultam muito a pega das mudas quando transplantadas ao campo. Na fase de desenvolvimento a aspersão convencional torna-se problema uma vez que os jatos d'água causam muitos danos à copa das plantas, tais como: deformação da arquitetura da copa e queda de flores e de frutos (Figura 3). Já o pivô central, em cultivos de média a baixa densidade de plantio, só é indicado até o segundo ano de cultivo. A altura do pivô limitará o desenvolvimento da cultura a partir do terceiro ano caso não seja substituído por outro sistema de irrigação.

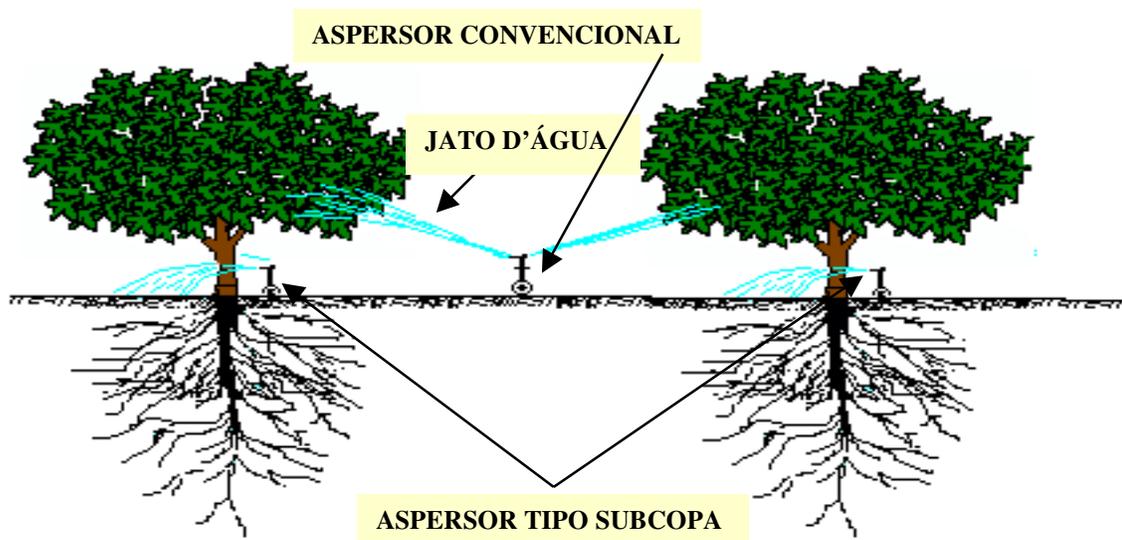


Fig. 3. Irrigação por aspersão na cultura da manga mostrando dois tipos de aspersores.

2.3.2. Sistema fixo com mini-aspersores de ângulo pequeno - sobcopia

O sistema de irrigação por aspersão fixo com mini-aspersores tipo subcopia não apresenta as desvantagens apontadas para o pivô central e aspersão convencional, merecendo apenas cuidados no desenvolvimento inicial das mudas no campo.

Normalmente, a adoção do sistema de irrigação por aspersão permite a exploração de cultura consorciadas de ciclo curtos, inclusive de leguminosas ou até mesmo semi-perenes, entre as fileiras de mangueira, principalmente nos primeiros três anos de desenvolvimento da planta, o que atende plenamente ao modelo conceitual de agricultura orgânica. Tem sido obtido bons resultados de produtividade, principalmente com o uso da aspersão sobcopia.

2.3.3. Caracterização

- Eficiência de aplicação de até 80%;
- Indicado para solos de textura média a arenosa, planos a suave ondulados;
- Indicado para o uso com águas de boa qualidade.
- Permite o uso da fertirrigação;
- Dificulta o manejo da indução floral, uma vez que tende estimular a emissão de fluxos vegetativos vigorosos. Quando a indução é feita exclusivamente, através de estresse hídrico, a manipulação do déficit hídrico também apresenta-se bastante difícil;
- O histórico de produtividade é ≥ 30 t/ha x ano com sistema fixo tipo subcopia.

2.3.4. Custos do sistema de irrigação:

Custo de investimento:.....	US\$ 3.150,00/ha (Instalado)
Custo operacional anual:	
Custo Capital (15% aa).....	US\$ 473,00/ha
Custo de mão-de-obra.....	US\$ 86,00/ha
Custo com Água (ETR = 4mm/dia).....	US\$ 540,00/ha
Custo de depreciação (10 anos) + Manutenção.....	US\$ 315,00/ha
Custo total operacional anual:.....	US\$ 1.414,00/ha

2.4. Irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento caracteriza-se pela aplicação da água numa pequena fração do solo explorado pelo sistema radicular da planta em faixa contínua numa alta frequência de irrigação. Este método tem sido usado na cultura a manga com excelentes resultados, quando usado em solos de textura franco-arenosa a argilosa (Figura 4).

Trata-se de um método que exige elevado nível técnico por parte do projetista, mas que também, possuem conceitos próprios de manejo de água, operação e de manutenção. No entanto, é o sistema que tende a apresentar o menor custo operacional por unidade de volume de água aplicada.

O teste de formação do bulbo úmido em cada mancha de solo, na área à ser cultivada, é básico para tomada de decisão relativa a adoção ou não do sistema por gotejamento. Pois, se o bulbo úmido não apresentar diâmetro molhado igual ou superior a 1,50 m, à 15-20 cm de profundidade, não se deve optar pelo uso deste sistema para a cultura da manga.

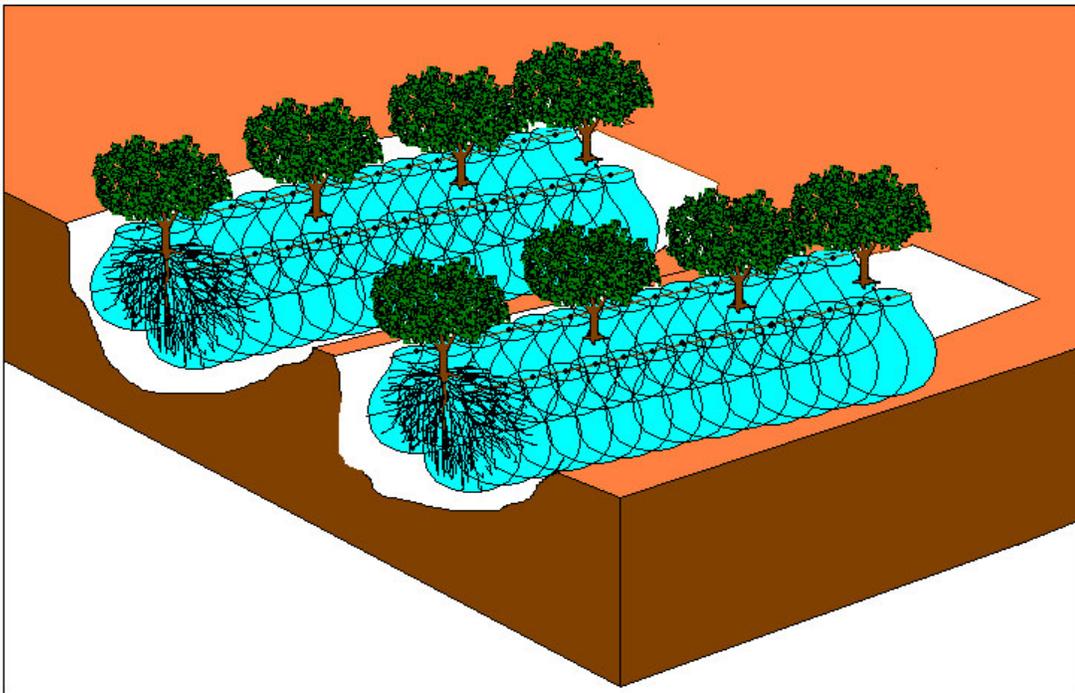


Fig. 4. Distribuição esquemática das linhas laterais, bulbo molhado e do sistema radicular da mangueira em cultivos de média a baixa densidade de plantio.

2.4.1. Caracterização do sistema

- A eficiência de irrigação pode chegar até 90%;
- Indicado para solos de textura média a pesada;
- Permite o uso da fertirrigação;
- Menor cuidado com drenagem e salinização, logo permite o uso de águas com teores de sais mais elevados que os demais sistemas;
- Dificulta o manejo com calcário, gesso, matéria orgânica, adubos químicos sólidos.

- f) Dificulta o manejo com paclobutrazol vindo a exigir maior custo de mão-de-obra para sua correta e especial aplicação;
- g) Histórico de produtividade: ≥ 30 t/ha x ano.

2.4.2. Custos do sistema de irrigação

Custo de investimento:.....	Us\$ 2.600,00/ha (Instalado)
Custo de operação anual:	
Custo Capital (15% aa).....	US\$ 390,00/ha
Custo de mão-de-obra.....	US\$ 60,00/ha
Custo com água (ETR = 4mm/dia).....	US\$ 260,00/ha
Custo com depreciação (10 anos) + Manutenção:.....	US\$ 270,00/ha
Custo total de operação anual:.....	US\$ 980,00/ha

2.5. Irrigação por Microaspersão

Na atualidade, trata-se de um sistema de irrigação de maior preferência pelos produtores de manga da região do semi-árido brasileiro, cujos resultados de produtividade e de qualidade dos frutos têm sido muito bons, principalmente quando empregados em solos com textura arenosa e franco-arenosa. Nos desenhos destes sistemas, tem-se adotado com frequência, o conceito de **faixa úmida**, utilizando-se de 1,5 a 2,0 emissores por planta, dotados de menor vazão e de menor alcance, ou o conceito de **taça úmida**, utilizando-se apenas 1,0 emissor por planta, dotado de maior vazão e de maior alcance (Figura 5). A opção pelo conceito de **faixa úmida** resulta num maior custo de investimento, porém num menor custo relativo ao consumo de água e de nutrientes pelas ervas daninhas e, conseqüentemente, num controle mais eficiente destas ervas, além de favorecer o tráfego de tratores, máquinas e implementos, que tende a minimizar os efeitos de compactação do solo.

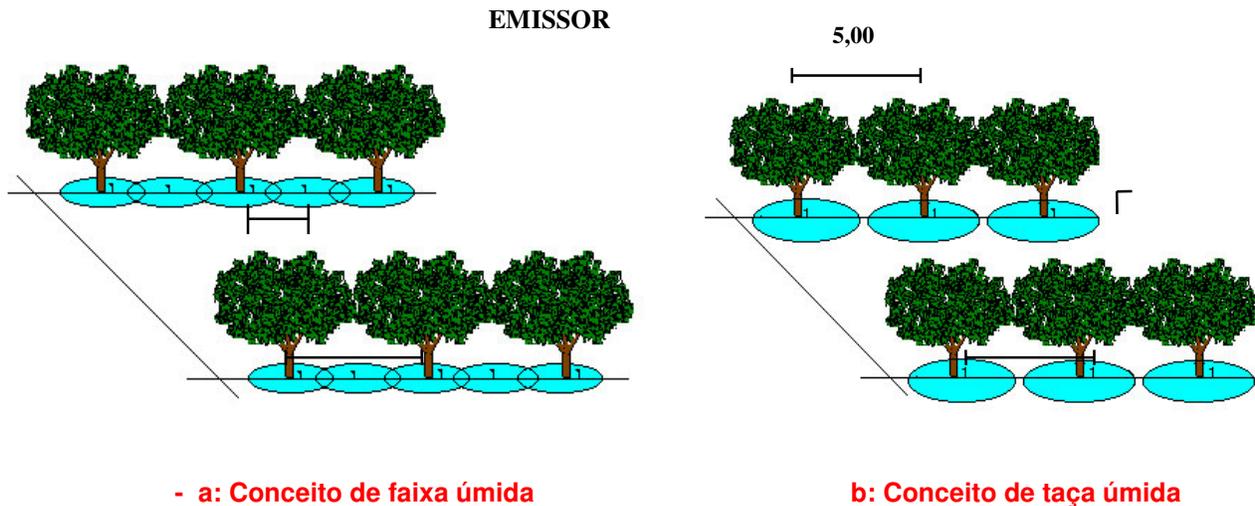


Fig. 5. Irrigação por microaspersão: a) conceito de faixa úmida e b) Conceito de taça úmida.

2.5.1. Caracterização do sistema de irrigação

- a) Uniformidade de distribuição de vazão de até 90%;
- b) Permite o uso da fertirrigação;
- c) Indicado para solos de textura média a arenosa;
- d) Menores cuidados com problemas de drenagem e salinização dos solos;
- e) Dificulta o manejo de irrigação para indução floral através do processo do deficit hídrico, principalmente quando se utiliza microaspersores tipo bailarina de longo alcance, em solos de textura média e argilosa;
- f) Facilita o manejo de calcário, gesso, matéria orgânica, adubos químicos sólidos;
- g) Maior facilidade para o manejo da indução floral através do uso de paclobutrazol;
- h) Histórico de produtividade ≥ 30 t/ha x ano.

2.5.2. Custos do sistema de irrigação

Custo de investimento:	US\$ 2.430,00/ha (Instalado)
Custo operacional anual:	
Custo Capital (15% aa).....	US\$ 365,00/ha
Mão-de-obra.....	US\$ 86,00/ha
Água (ETR = 4mm/dia).....	US\$ 325,00/ha
Depreciação (10 anos) + Manutenção.	US\$ 253,00/ha
Total operacional anual:.....	US\$ 1.029,00/ha

2.6. Análise econômica relativa ao uso de sistemas de irrigação na cultura da mangueira

O Quadro 1 apresenta uma relação de Custo/Benefício relativo ao uso de diversos sistemas de irrigação, na cultura da mangueira nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, em que se verifica a supremacia dos sistemas pressurizados, tais como: **aspersão fixa, microaspersão e gotejamento**, sobre os sistemas não pressurizados.

Para elaboração deste quadro, considerou-se na coluna **investimentos**, sistemas de irrigação com estações de bombeamento e adutora (curta a muito curta), terrenos com topografia plana a suave-ondulada e áreas regulares com formatos econômicos. Considerou-se também como preço médio do kilograma de manga a nível de produtor, um valor da ordem de US\$ 0,2717 / kg (R\$ 0,50 / kg - câmbio de R\$ 1,84 = Us\$ 1,00 em ago/1999).

QUADRO 1. Comparação de custos de investimentos e operacionais anuais de sistemas de irrigação e respectivas receitas estimadas para cultura da mangueira.

Sistemas de irrigação	Custo de investimento (US\$/ha)	Custo operacional anual (US\$/ha x ano)	Produtividade média (t/ha x ano)	Receita bruta (US\$/ha x ano)
SULCOS	720,00	1.207,00	20	5.435,78
MICROBACIAS	900,00	1.890,00	15	4.076,08
ASPERSÃO FIXA	3.150,00	1.414,00	30	8.152,17
MICROASPERSÃO	2.430,00	1.029,00	30	8.152,17
GOTEJAMENTO	2.600,00	980,00	30	8.152,17

3. PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR IRRIGAÇÕES DEFICITÁRIAS NA CULTURA DA MANGA

Para atender de maneira adequada às necessidades hídricas diária da cultura da mangueira, além do fornecimento da quantidade de água necessária, é preciso levar em consideração outros fatores “cuidados”, destacando-se dentre eles os seguintes:

1º Cuidado - Atendimento adequado da necessidade de irrigação líquida - NIL

Para que o projeto de irrigação possa atender à demanda hídrica potencial da cultura da mangueira, a lâmina de água de irrigação deve ser calculada com base na fórmula:

$$NIL = ETO_{\max} \times Kc \times Ks - PE$$

Em que: **NIL** – Necessidade de Irrigação Líquida potencial (mm/dia ou mm/mês); **ETO_{max}** – Evapotranspiração de referência máxima correspondente do local considerado (mm/dia ou mm/mês); **Kc** – Coeficiente de Cultivo da mangueira adulta (adimensional). Para projetos grandes onde se escalona a produção durante, pelo menos 5 a 6 meses por ano, deve-se utilizar valor de Kc = 0,75, enquanto que para projetos pequenos a grandes, que optam pela concentração de produção no 2º semestre do ano, durante 3 a 4 meses, deve-se utilizar valor de Kc = 0,80; **Ks** – Fator de cobertura ou de sombreamento (adimensional); **PE** – precipitação efetiva (mm/dia ou mm/mês).

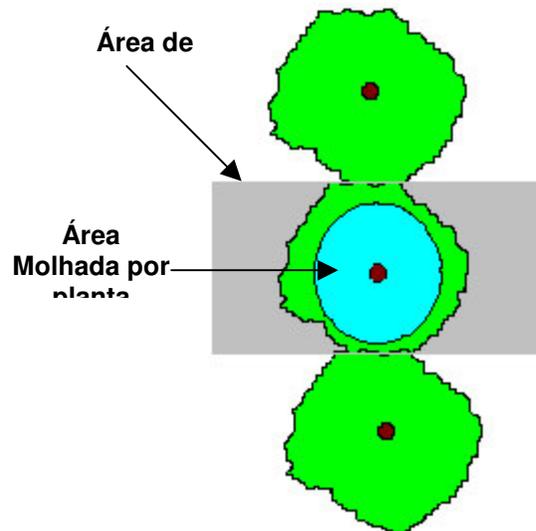
É importante também levar em consideração os seguintes pontos:

- Que o valor de **ETO_{max}** do local considerado seja confiável, devendo ser determinado com base em dados coletados num período de observação de pelo menos dez anos;
- Que o manejo das irrigações seja feito de maneira adequada, assim como a manutenção do sistema como um todo, no sentido de se preservar a eficiência de irrigação projetada para o sistema considerado. Como exemplo, pode-se citar, um caso frequente e banal, mas importante, que é o cuidado redobrado no controle da ervas daninhas, principalmente sob irrigação por microaspersão, que quando cobre os microaspersores interceptam os jatos de água, afetando de maneira significativa a distribuição da lâmina de água ao longo do seu alcance;
- Por ocasião do dimensionamento dos sistemas de irrigação, os valores de **NIL** devem ser acrescidos das perdas d'água devido às ineficiências do sistema selecionado;

- d) Para projetos de irrigação localizada para cultura da **manga**, elaborados para as condições do semi-árido brasileiro, recomenda-se que no cálculo da **NIL**, a precipitação efetiva (**PE**) seja desprezada e que a percentagem de cobertura ou fator de sombreamento (**Ks**) seja considerado igual a 1,00. Ou seja, sob sistemas de irrigação localizada de alta frequência, a efetividade das chuvas inexistente;
- e) Quanto ao manejo de água sob irrigação localizada, num pomar que apresenta fator de sombreamento maior que 60%, não recomenda-se a necessidade do uso de qualquer redutor da lâmina de irrigação, devido ao efeito de localização da água.

2º Cuidado – A área molhada (AM) por planta deve atender às exigências da cultura

Se o sistema de irrigação for **sulco, microbacia, microaspersão** ou **gotejamento** a área a ser molhada (A.M.) por planta deve ser no mínimo 30% da sua área de ocupação total (ver esquema ao lado).



A área de solo molhada por planta não poderá impor limitações ao cumprimento do **1º cuidado** - suprimento adequado da **NIL**. Quando o volume de solo molhado por planta é muito pequeno ou está muito abaixo do limite aceitável, o volume de água que armazenará também estará aquém da demanda hídrica da planta (**NIL**), mesmo sob uma frequência de irrigação diária. Isto impede que o nível de água disponível no solo fique situado na faixa aceitável, mesmo entre duas irrigações consecutivas. Deste modo, para que não haja imposição de restrições físicas ao desenvolvimento satisfatório das raízes, a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, ao desenvolvimento da cultura como um todo, é necessário que seja colocado à disposição da planta um volume mínimo de solo molhado acima de certos limites.

Tem-se verificado na região do Submédio São Francisco, níveis de adensamento do sistema radicular da mangueira, da ordem de 300 a 400%, tanto sob irrigação por gotejamento quanto por microaspersão, quando comparado com a irrigação por aspersão para uma mesma classe de solo. Contudo, estes elevados níveis de adensamento não tem se apresentado como um fator restritivo ao desenvolvimento da planta, uma vez que as altas frequências de irrigação (diária) e de fertirrigação (7 a 15 dias) proporcionadas pelos sistemas de irrigação localizada, tendem compensar esta restrição aparente do sistema radicular.

Para melhor exemplificar o conceito de área mínima umedecida por planta, utilizou-se o esquema de plantio de um pomar de mangueira plantada no espaçamento de 8m x 5m, conforme Figura 7. Verifica-se portanto, para a cultura da mangueira com espaçamento de 8m x 5m, que a área mínima a ser umedecida por planta deve oscilar em torno de 12 m², o que corresponde a 30% de sua ocupação. Mas, por outro lado, também não é necessário que a **área molhada** por planta seja superior a 60%, principalmente nos solos de textura franco-argilosa a argilosa, por quatro razões básicas: a) não tem influência na produtividade da mangueira; b) o solo úmido, além da copa da planta, entre fileiras, condiciona o desenvolvimento intenso de ervas daninhas, proporcionando o aumento dos custos produção da cultura; c) tende aumentar o desenvolvimento vegetativo das plantas, dificultando a sua indução floral; d) se a indução floral for feita com a técnica de déficit hídrico, torna-se muito mais difícil o manejo da irrigação, devido para a regulação ideal, dia-a-dia, do nível estresse hídrico no solo com resposta imediata na planta.

De um modo geral, sob condições irrigadas do semi-árido brasileiro, a mangueira tende a moldar a arquitetura do seu sistema radicular ao formato do volume de solo umedecido pelos sistemas de irrigação. Soares et al (s.n.t.), em trabalho realizado em diversas propriedades irrigadas por gotejamento, na região do Submédio São Francisco, constataram que a textura do solo, a profundidade de camadas endurecidas e o lençol freático influenciaram, de maneira marcante, no desenvolvimento do sistema radicular da cultura da mangueira. A Figura 8 mostra o comportamento do sistema radicular da mangueira, var. Tommy Atkins, com três anos de idade, em solos arenosos, na fazenda Nova Fronteira, Curaçá, BA. Pode-se verificar que

70% do sistema radicular estavam confinados na profundidade de 60 a 120cm, uma vez que na camada 0 a 30cm, havia um predomínio de areia grossa, enquanto que na camada 30 a 60cm, o predomínio era de areia franca.

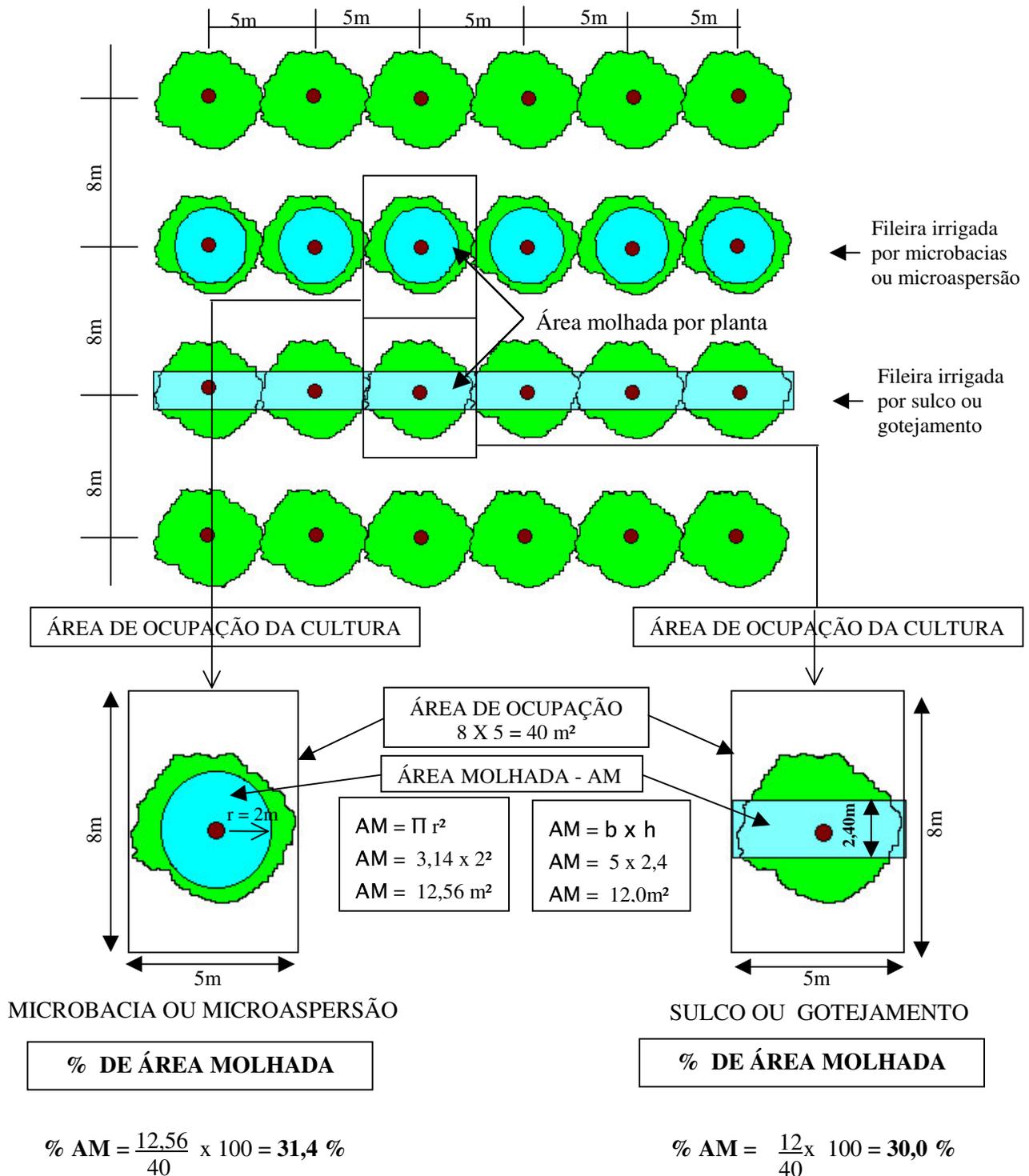


Fig. 7. Desenho esquemático da área molhada por planta num pomar de mangueira, sob sistemas de irrigação por gotejamento e por microaspersão.

Como a capacidade de retenção tanto da areia grossa quanto da areia franca é baixa, o desenvolvimento do sistema radicular ocorreu em maior densidade nas camadas de solo com maior teor de argila, graças à ausência de lençol freático. Caso contrário, o desenvolvimento dessa cultura poderia estar totalmente comprometido. Esse tipo de informação é importante para orientar o manejo de água e a localização de fertilizantes.

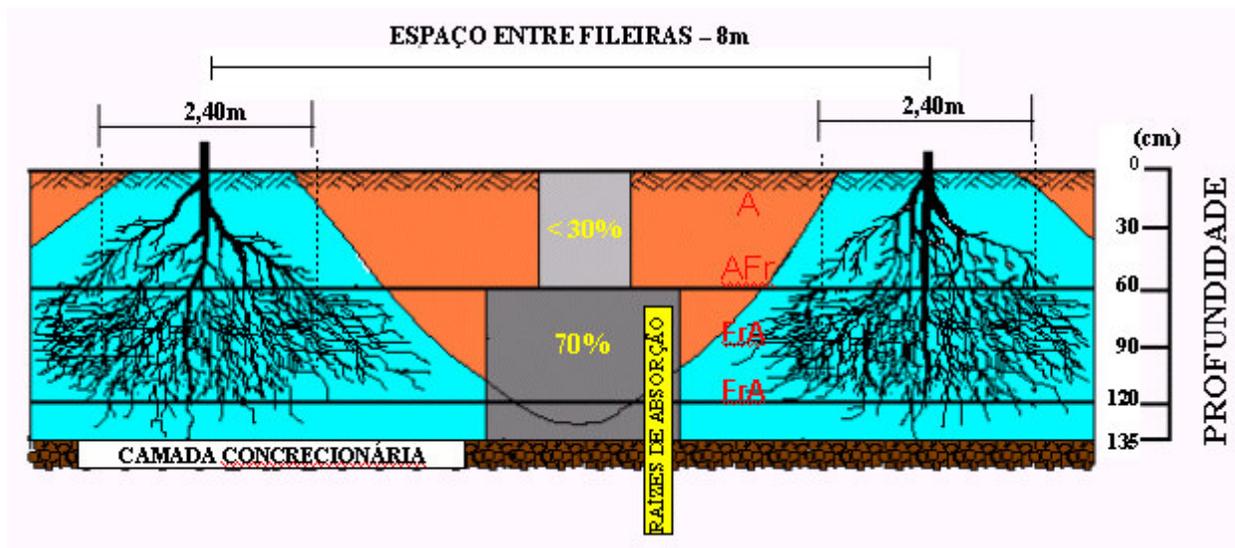


Fig. 8. Distribuição horizontal e vertical do sistema radicular da mangueira – Var. Tommy Atkins, em solos de textura arenosa, sob irrigação por gotejamento (Faz. Nova Fronteira, Curaçá - BA).

Choudhury & Soares (1993), em estudo realizado em Latossolo, na cultura da mangueira, variedade Tommy Atkins, sob irrigação por aspersão sobcopia, na fazenda Fruitfort, Petrolina -PE, constataram que 68% das raízes de sustentação estão localizadas na faixa horizontal de 90 – 260cm em relação ao caule, na profundidade do solo de 0 – 120cm. Na distribuição vertical, 65% das raízes de absorção e 56% de sustentação ocorrem na profundidade do solo de 0 – 60cm (Figura 9).

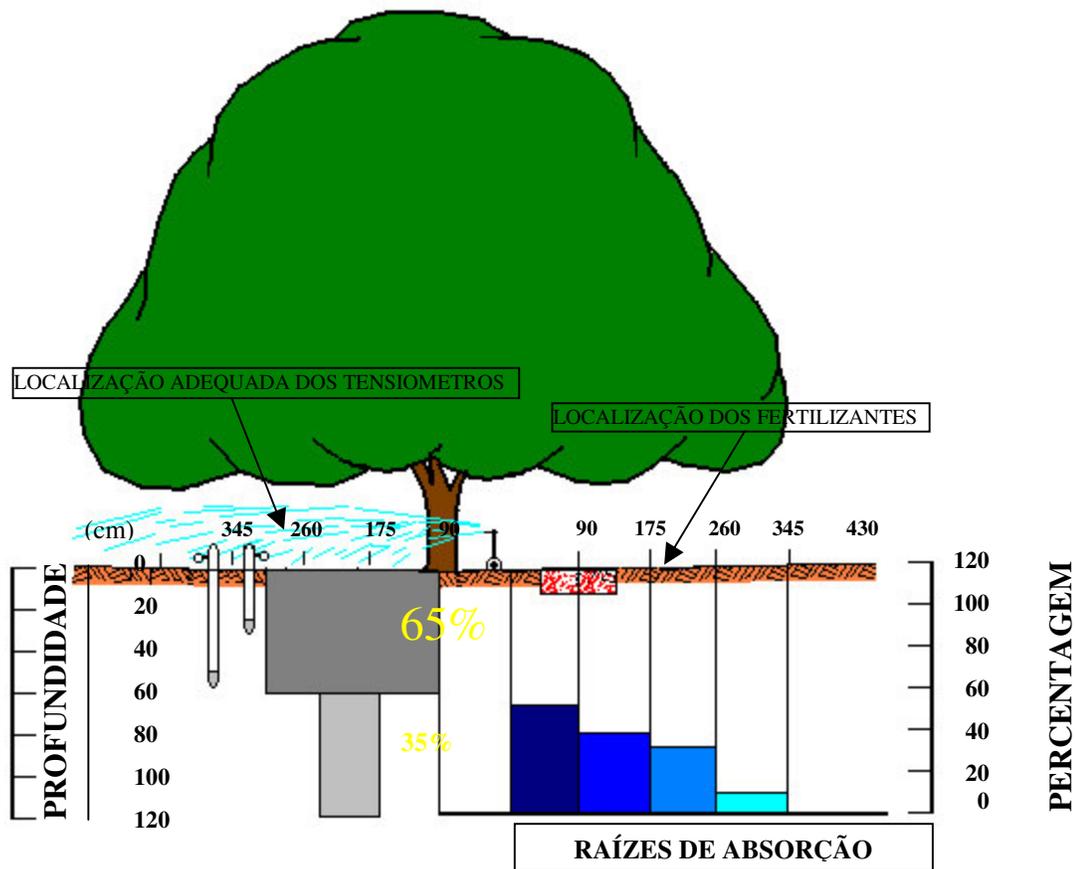


Fig. 9. Distribuição horizontal e vertical do sistema radicular da mangueira– var. Tommy Atkins, num Latossolo Vermelho Amarelo, sob irrigação por aspersão sobcopa (Faz. Fruitfort, Petrolina - PE).

Pelo exposto, pode-se observar que o **perfil de absorção** do sistema radicular da mangueira tanto em profundidade como no sentido horizontal depende das características físico-hídricas dos solos, mas também, depende do tipo de sistema de irrigação, ou melhor, do formato de **Área Molhada** que se concede as plantas, bem como da presença de lençol freático. Sob irrigação por aspersão há uma tendência do perfil de absorção das raízes apresentar um maior nível de distribuição no sentido horizontal, tornando-se mais superficial enquanto que sob irrigação por gotejamento, tem-se o predomínio da distribuição no sentido vertical.

3º Cuidado – Tamanho da área cultivada versus disponibilidade de água

Dimensionar o tamanho da área a ser cultivada com bastante segurança, a partir do volume de água ou vazão disponíveis no local considerado. Pois, muitos pomares de mangueira tem sido bastante prejudicados nos últimos anos, em decorrência da redução considerável da disponibilidade de água nas fontes principais.

4º Cuidado – Manejo da irrigação

As irrigações devem ser manejadas, de conformidade com as orientações apresentadas no item 5 deste documento que trata sobre manejo de irrigação na cultura da mangueira.

4. DESENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO PRESSURIZADOS E FIXOS E A INDUÇÃO FLORAL DA MANGUEIRA

Os sistemas de irrigação pressurizados e fixos, tais como: **mini-aspersão, aspersão sobcopa, microaspersão** ou **gotejamento**, precisam atender plenamente às necessidades hídricas das culturas e, particularmente a cultura da **mangueira**, em virtude do seu elevado consumo de água condicionado pelo clima semi-árido e da necessidade do escalonamento da produção ao longo do ano, o que implica no atendimento das seguintes exigências básicas:

- Atender plenamente às necessidades de irrigação líquida da cultura, conforme já discutido no item 3;

- b) Atender à percentagem de área molhada mínima por planta (entre 30 e 60% da área ocupada pela planta), conforme já discutido no item 2;
- c) Servir de **veículo de transporte de fertilizantes** no processo de nutrição das plantas, através da **fertirrigação**;
- d) Funcionar como instrumento, dentro do conjunto de práticas utilizadas no processo da indução floral da mangueira, em que a irrigação e a fertirrigação são fundamentais no plano anual de escalonamento da produção desta cultura.

As exigências constantes nos itens “c” e “d” requerem que os desenhos hidráulicos desses sistemas de irrigação sejam minuciosamente orientados por dois parâmetros principais, tais como: 1) **Escalonamento da produção/colheita durante o ano** e b) **Estudo pedológico detalhado à ultra-detalhado dos solos a serem cultivados com a cultura da mangueira.**

O escalonamento de produção da mangueira ao longo do ano é uma exigência cada vez maior, impostas pelos mercados interno e externo, o que tem impulsionado às empresas produtoras desta fruta a elastecer, cada vez mais os seus períodos de safra. Por outro lado, esta política/planejamento agrônomico da cultura, pode ser plenamente implementada, em decorrência da favorabilidade das características do clima semi-árido predominante no Nordeste brasileiro. Ou seja, a ocorrência de chuvas que limita a produção da manga, exigindo um maior número de pulverizações, estão restringidas a curtos períodos de tempo (1 a 3 meses). O período com temperaturas muito elevadas (acima de 30 °C), que também pode prejudicar um pouco o índice de abortamento das flores e, conseqüentemente, reduzir a produtividade, também estão restritas de 1 a 3 meses.

Assim, o desenho hidráulico dos sistemas de irrigação pressurizados e fixos devem atender fielmente ao planejamento agrônomico de escalonamento da produção de manga. Ou seja, este desenho deve compreender a setorização da área a ser irrigada, de modo que o número de setores ou de módulos atenda às necessidades do planejamento agrônomico. Isto implica em dizer que o desenho dos sistemas de irrigação deve obedecer fielmente o seguinte princípio: “As plantas que compõem um determinado setor e que serão induzidas numa data específica, são fisiologicamente distintas daquelas que compõem outros setores do projeto e que serão induzidas em uma outra data.

Com base neste princípio, é fundamental que o **desenho hidráulico de um projeto de irrigação** leve em consideração a independência das plantas que compõem um setor ou módulo específico, dentro do projeto como um todo, concernentes ao **manejo de água e de nutrientes** e, conseqüentemente, a **indução floral da mangueira.**

Tomando-se como exemplo, a área à projetar mostrada na Figura 10, considerando-se que o planejamento agrônomico de colheita da manga é de quatro meses no ano, deve-se dividir a área em quatro setores, como segue:

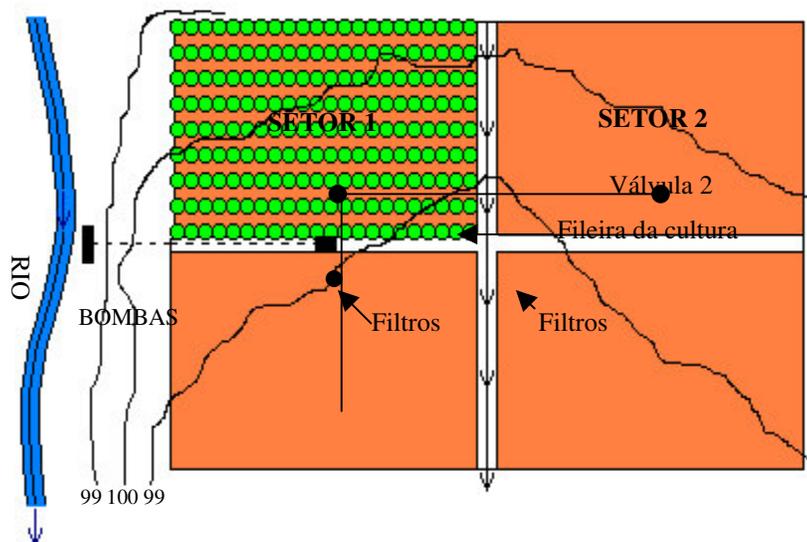


Fig. 10. Desenho hidráulico de um pomar de mangueira com escalonamento de produção para colheita durante quatro meses.

Pode-se observar neste novo desenho, que cada comando do sistema dominam setores menores (setores 1 a 8), porém com uma melhor uniformidade quanto às classes de solos. Nesta condição, se o planejamento agrônomo prever a colheita de manga durante quatro meses do ano, bastaria induzir floradas em cada dois setores (02 válvulas) por vez. O desenho proposto permite também um escalonamento de produção para colheita em até oito meses do ano, o que requereria a indução floral de apenas um setor (01 válvula) por vez.

A vantagem do segundo desenho hidráulico (Figura 12), em relação ao primeiro (Figura 10), é a possibilidade de se poder manipular igualmente as plantas de um dado setor, quanto ao manejo da irrigação e de nutrientes via fertirrigação. Assim, com base na operacionalização do manejo de água e fertilizantes previstos, pode-se obter plantas nutricionais e fisiologicamente iguais e, portanto, aptas para serem induzidas igualmente numa mesma data preestabelecida, para um setor específico, e independente do restante da área.

Portanto, o escalonamento da produção/colheita na **manga** é feito com a **manipulação programada** da fisiologia da mangueira. Mas, para isto, é necessário que o técnico ou produtor, tenha o domínio das práticas intervenientes do processo, tais como: a) administrar como e quando fazer podas de copas e fluxos vegetativos; b) administrar como, o que, quanto e quando aplicar maturadores de ramos; c) administrar como, o que, quanto e quando aplicar os redutores de crescimento; d) adubar (fertirrigar) de modo a obter equilíbrio nutricional das plantas; e) manejo adequado da demanda hídrica dentro do setor.

A falta de domínio da uniformidade dentro de cada setor relativo a nutrição e as irrigações, decorrente das variações dos solos, tira do técnico ou produtor, o poder de domínio sobre o comportamento fisiológico das plantas. No cenário de setores desuniformes quanto as classes de solos, todas as práticas de manipulação da fisiologia das plantas como podas, maturadores e redutores de crescimento, não funcionarão adequadamente. É por isto, que torna-se muito importante, a concepção de desenhos hidráulicos conscientes quando trata-se de sistemas de irrigação fixos.

5 - Manejo de Irrigação na Cultura da Mangueira

A necessidade de água de irrigação da mangueira é função do seu desenvolvimento fenológico e do período do ano, principalmente em regiões semi-áridas, como é o caso da região do Submédio São Francisco. Tem-se verificado que, na maioria das propriedades desta região, a lâmina de água aplicada ao longo do ciclo fenológico da planta é praticamente constante. Esta modalidade de manejo de água pode gerar condições de excesso ou de deficiência de água no solo.

O manejo de água está também diretamente relacionado com o sistema de irrigação selecionado, em decorrência das suas características hidráulicas, coeficiente de uniformidade e eficiência de aplicação, entre outros.

5.1 - Manejo de Água sob Irrigação por Gotejamento e por Microaspersão

O manejo de água de uma área irrigada compreende duas fases bem distintas. A primeira corresponde à aplicação de água no solo através do sistema de irrigação e a segunda ao monitoramento da água no volume de solo explorado pelas raízes da planta. A seguir, descreve-se, em separado, cada uma dessas fases.

5.1.1- Manejo da Água Aplicada ao Solo do Pré-plantio ao Desenvolvimento das Plantas

O manejo da água aplicada ao solo, do pré-plantio a fase do que antecede o primeiro período de produção, pode ser dividido em três períodos distintos, como segue:

- a) **Período de pré-plantio** – A irrigação de pré-plantio deve ser iniciada logo após o preparo definitivo da cova. O transplantio das mudas só pode ser feito, quando o bulbo, faixa ou taça úmidos estiverem formados e a matéria orgânica estiver totalmente fermentada. Quando o solo estiver seco, serão necessários, no mínimo 15 dias para a formação do bulbo, faixa ou taça molhados. Por outro lado, o tempo necessário para a fermentação da matéria orgânica posta na cova depende da proporção de esterco misturado com solo. Quando essa proporção for de seis partes de terra para uma de esterco, o tempo de fermentação pode ocorrer dentro de um período de 15 a 20 dias, caso as irrigações sejam feitas diariamente. Caso as proporções entre solo e esterco sejam inferiores, o tempo de fermentação pode variar de 30 a 45 dias, mesmo com irrigações diárias.
- b) **Período de plantio e de desenvolvimento inicial** – Durante os primeiros dias após o transplantio das mudas, as irrigações devem ser feitas diariamente e em curto período de tempo, dependendo do tipo de sistema de irrigação localizada, como segue:

Quando se utiliza o **sistema de irrigação por gotejamento**, recomenda-se irrigar com 20 a 30% do tempo máximo de rega por dia, para as condições em que o sistema foi dimensionado. Ou calcular o tempo de operação de forma a permitir que se aplique na cova, já com a muda, não mais que 5 a 10 litros d'água por dia. Recomenda-se, neste período, posicionar as linhas com gotejadores em relação à planta, de modo que pelo menos um emissor fique sobre a cova, logo ao lado da muda. Durante essa fase de cultivo, apenas uma linha de gotejo é suficiente para atender à demanda hídrica da cultura principal, podendo a outra linha ser deslocada para a irrigação da cultura consorciada.

Quando se utiliza o **sistema de irrigação por microaspersão**, recomenda-se adotar o mesmo procedimento descrito para o gotejamento, caso o emissor utilizado apresente a possibilidade de inversão ou de permuta do seu defletor, ou ainda a troca da bailarina por defletor. Esse recurso proporciona uma redução substancial do alcance do microaspersor, permitindo que toda a água aspergida possa ser concentrada num pequeno círculo. Dessa maneira, é possível concentrar toda a água aplicada na cova, onde a muda foi transplantada. Mesmo assim, como a área de aplicação d'água é superior ao gotejo, recomenda-se que o tempo de operação permita aplicar de 10 a 15 litros por cova/dia. O microaspersor deve continuar nessa posição até o 6º ou 8º mês, após o transplante das mudas, ou até quando a evolução do crescimento do sistema radicular indicar a necessidade do aumento de área umedecida. Nessa fase, a utilização de culturas em consórcio fica impossibilitada. Caso se utilize emissores que não permitem a inversão do defletor, ou a troca de bailarinas por defletores de raio curto, em que a área molhada tem a forma e tamanho definitivas que seja taça ou faixa, recomenda-se irrigar de 70 a 80% do tempo máximo de rega por dia, para as condições em que o sistema foi dimensionado. Nessa fase de cultivo, e sob esta condição de uso dos microaspersores recomenda-se a utilização de culturas em consórcio com controle de ervas daninhas.

Toda a atenção deve ser dada para a 1ª semana de rega, a partir do transplante, especialmente quando a muda vem em substrato argiloso e endurecido. Nesse caso recomenda-se verificar no final da 1ª irrigação, se a água penetrou no torrão da muda.

Caso se disponha na propriedade de materiais que possam ser utilizados como cobertura morta em torno da planta, tanto as perdas de água por evaporação quanto o aquecimento do solo podem ser minimizados. Desse modo, dependendo do tipo de solo, as irrigações também podem ser minimizadas após a 1ª semana.

- c) **Período de desenvolvimento** – Durante as irrigações seguintes, visando facilitar a administração do manejo de água na propriedade, recomenda-se que a lâmina de irrigação deva ser calculada com base na evaporação média diária do tanque classe A, instalado na fazenda, ou adotar a Fórmula de Penman modificado. O uso da Fórmula de Penman só é possível quando a propriedade dispõe de uma estação meteorológica completa porque dependerá dos seguintes parâmetros do clima: Temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa, velocidade do vento e horas luz/dia. Dependerá ainda de soft específico para uso dessa fórmula como o desenvolvido pelo S.A.A.C.I – Sistema Agroclimatológico para o Acompanhamento das Culturas Irrigadas (Manual do Usuário). O volume de água a ser aplicado em cada setor depende da lâmina de irrigação e do número de plantas por setor. Este cálculo deverá ser feito com as equações e parâmetros discutidos a seguir:

1º PASSO: Cálculo da evapotranspiração referência – ETa através do uso do Tanque Classe A.

$$ET_o = K_p \cdot E_t$$

em que: ET_o = Evapotranspiração de referência (mm/dia); E_t = Evaporação do Tanque Classe A (mm/dia); K_p = Coeficiente do Tanque Classe A (Tabela 1).

Tabela 1. Fator de tanque classe A (Kp) para diferentes níveis de cobertura vegetal e de umidade relativa para regiões semi-áridas.

Distância da área vegetada em relação ao tanque (*)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)		
		'40	40 a 70	≥70
1	< 2,03	0,70	0,80	0,85
10		0,60	0,70	0,80
100		0,55	0,65	0,75
1000		0,50	0,60	0,70
1	2,03 a 4,92	0,65	0,75	0,80
10		0,55	0,65	0,70
100		0,50	0,60	0,65
1000		0,45	0,55	0,60
1	4,92 a 8,10	0,60	0,65	0,70
10		0,50	0,55	0,65
100		0,45	0,50	0,60
1000		0,40	0,45	0,55
1	> 8,10	0,50	0,60	0,65
10		0,45	0,50	0,55
100		0,40	0,45	0,50
1000		0,35	0,40	0,45

Fonte: Doorenbos e Kassam (1979)

* A distância em relação ao tanque se refere a distância a barlavento.

2º PASSO: Cálculo da lâmina bruta de irrigação

$$NIL = \frac{ET_o \times Kc \times Ks}{CU}$$

em que: NIL = Necessidade de irrigação líquida (mm/dia); ET_o = Evapotranspiração referência (mm/dia); CU = Coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação. Podendo também ser substituído pela eficiência de irrigação (%). K_s = Fator de sombreamento. Para plantas com seis a doze meses de idade, utilizar valores de K_s igual a 0,40 a 0,60; para plantas com idade de 12 a 30 meses adotar valores entre 0,60 a 0,80 e com idade superior a dois anos e meio, utilizar 1,0; K_c = Coeficiente de cultivo. Como orientação para valores de K_c nesta fase da cultura, sugere-se que:

- cultura em idade inferior a 12 meses - adotar valores de K_c entre 0,4 a 0,45;
- Regas com a cultura em idade entre 12 a 24 meses – adotar valores de K_c entre 0,45 a 0,55;
- Regas com a cultura em idade superior a 24 meses – adotar valores de K_c entre 0,55 a 0,75

OBS.: - As recomendações anteriores consideram a cultura no limpo. Caso haja infestação de ervas daninhas em algum período, deve-se compensar a concorrência das ervas;
- Alerta-se que até aos 18 meses de idade da cultura, a demanda hídrica da mangueira nem sempre segue o que indica a equação e os valores de K_c e K_s sugeridos. Por isso, recomenda-se atenção no monitoramento da água no volume de solos explorado pelas raízes através de tensiômetros, tato, observações de drenos e poços de observação.

Com base nesse parâmetro, na vazão do emissor e no número de emissores por planta, determina-se o tempo de irrigação por setor, caso o sistema de irrigação não seja dotado de válvulas volumétricas.

Um projeto de irrigação é composto por um ou mais setores. Quando um setor abrange manchas de solo pedologicamente diferentes, o manejo de água e nutrientes desse setor fica bastante comprometido, em decorrência das distintas capacidades de armazenamento de água dos solos que o compõem (conforme discutido no item 4).

Dentre os fatores que influem de maneira significativa no manejo de água, destacam-se a capacidade de retenção de água do solo, volume de solo molhado por planta, coeficiente de uniformidade de vazão dos emissores e a pressão de serviço do sistema de irrigação.

No manejo de água em sistemas de irrigação por gotejamento, recomenda-se que quando o tempo de irrigação por setor for superior a três horas, ele seja fracionado em duas ou mais irrigações,

principalmente em solos franco-arenosos, no sentido de evitar perdas excessivas de água por percolação profunda.

Quando o sistema de irrigação é operado com pressão de serviço muito abaixo do valor calculado no projeto, o sistema fica hidráulicamente desequilibrado, podendo proporcionar uma grande variação de vazão nos emissores e, conseqüentemente, do coeficiente de uniformidade ou eficiência de irrigação do sistema.

5.1.2 - Manejo de Irrigação Durante o Ciclo da Cultura na Fase de Produção

Nas condições de Semi-árido Brasileiro, em cultivos com bom nível de tecnologia de manejo da cultura aplicada, a **demanda hídrica** das plantas variam muito durante o ciclo fenológico. Estas variações já são hoje razoavelmente conhecidas. Estas variações mudam um pouco quando as induções florais são obtidas pelo emprego da técnica do **déficit hídrico** comparadas quando se faz uso de reguladores de crescimento como **Paclobutrazol**. Recomenda-se, que nesta região, o **manejo d'água da mangueira** siga as orientações contidas nos gráficos 1 e 2, onde são mostradas as variações de demanda hídrica ao longo de um ciclo fenológico da cultura da mangueira. Dentre estas orientações, podem-se destacar as seguintes:

- a) **Período de repouso fenológico** – O manejo de água durante o período de repouso fenológico da mangueira é muito importante para a indução floral. Praticamente, não existem na literatura informações sobre este assunto, uma vez que a mangueira é explorada na maioria dos países, sob condições de sequeiro. Recomenda-se, que durante o período de repouso fenológico, a irrigação seja reduzida a um valor mínimo, de modo que a planta continue em plena atividade fotossintética, a fim de suprir de carboidratos seus ramos, caule e raízes, para serem utilizados, principalmente, por ocasião da indução floral, floração e início de desenvolvimento dos frutos, conforme Gráficos 1 e 2;
- b) **Período de estresse hídrico** – No início do período de estresse hídrico, sob irrigação localizada, recomenda-se que o fornecimento de água seja reduzido de maneira gradativa, uma vez que o volume de solo molhado é bastante pequeno e a densidade radicular bastante alta, de modo a condicionar a planta para o período de estresse hídrico pleno. Deve-se levar em consideração, que o período de estresse hídrico é função da capacidade de retenção de água do volume de solo explorado pelas raízes da planta. Desse modo, os plantios situados em solos arenosos necessitam de menor período de estresse hídrico do que os plantios situados em solos argilosos. Porém, tem-se observado, na região do Submédio São Francisco, que algumas propriedades impõem períodos de estresse hídrico superiores a dois meses em solos arenosos sob irrigação por gotejamento, mas não conseguem o nível de indução floral desejado, devido à presença de lençol freático que proporciona umidade disponível no perfil do solo, suficiente para o desenvolvimento vegetativo da planta. Por outro lado, em outras propriedades, tem-se observado a imposição de estresse hídrico rigoroso, provocando uma queda de folhas bastante excessiva. Quando isto ocorre, muito provavelmente haverá brotação de ramos novos e não a emissão de flores no retorno das irrigações normais. De acordo com o Eng^o. Agr^o. Voltaire da Fazenda Fruitfort, a variedade Kent apresenta maior tendência a brotação comparada a variedade Tommy Atkins, quando submetida à condições de estresse hídrico. Mesmo que se consiga um nível de indução floral desejado, a queda excessiva de folhas pode reduzir tanto o número quanto o tamanho dos frutos por planta, ou mesmo afetar a produtividade da safra seguinte.

Segundo o Eng^o. Agr^o. Voltaire da Fazenda Fruitfort, o estresse hídrico adequado é aquele em que no momento de iniciar a indução floral a planta e as folhas apresentem as seguintes características:

- A planta apresenta um aspecto estressado, sentida, manifestando cor acinzentada;
 - As folhas apresentam ângulo de incidência menor que o normal, ficando em posição pendentes;
 - As folhas quando acinzentadas não devem amarelecer e nem cair;
 - As folhas adquirem uma textura crocante ao tato.
- c) **Período de reinício da irrigação** – No reinício da irrigação, após o estresse hídrico, deve-se aplicar lâminas de água gradativamente crescentes, até atingir 110% ou mais da evapotranspiração real, visando atender tanto a demanda evapotranspirométrica da planta quanto a recomposição dos bulbos, taças ou faixas molhadas.
 - d) **Período da segunda queda fisiológica dos frutos** – Deve-se observar com bastante atenção, que nos gráficos 1 e 2, a recomendação de uma súbita elevação do suprimento d'água às plantas. Isto é um aspecto muito interessante na cultura da manga e que deve ser rigorosamente seguido, uma vez que tem se mostrado bastante eficiente na redução de queda de frutos, nesta fase fenológica das plantas. O resultado deste manejo de água tem se tornado mais evidente quando a indução floral for realizada sob condições de déficit hídrico. Quando a indução floral é obtida com uso de Paclobutrazol, o rigor do

manejo de água não é tão importante, por ocasião do desenvolvimento desta fenologia da mangueira. Mesmo assim, também é recomendável um bom rigor quanto ao manejo de água.

- e) **Período de colheita** – Nesta fase da cultura é recomendável uma redução das lâminas de irrigação aplicadas, de conformidade com as recomendações constantes nos Gráficos 1 e 2.

Para uso prático a nível de fazendas, recomenda-se o uso das tabelas de cálculos de “Necessidade de Irrigação Bruta – NIB”, como segue:

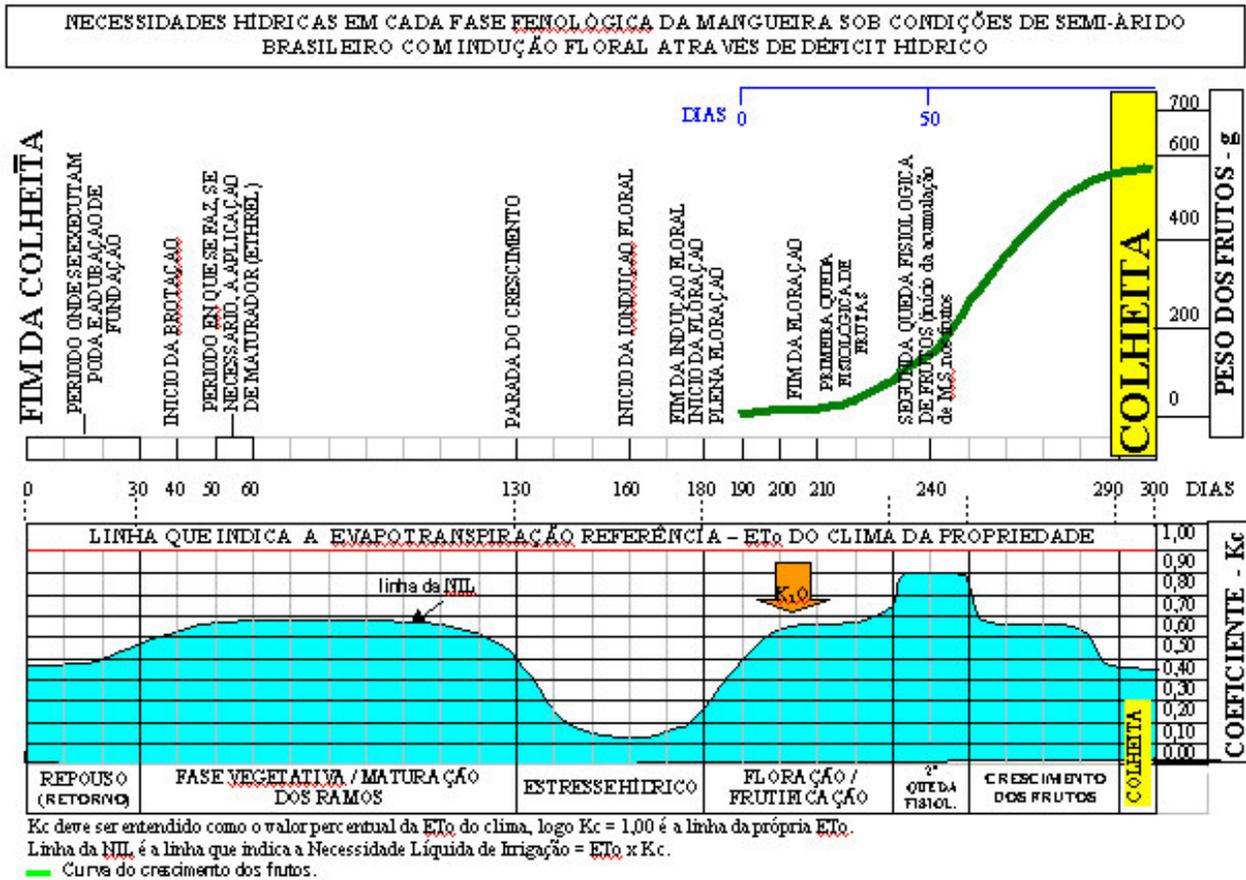


Gráfico 1: Ciclo fenológico da mangueira e suas necessidades hídricas quando a indução floral é feita através de estresse hídrico

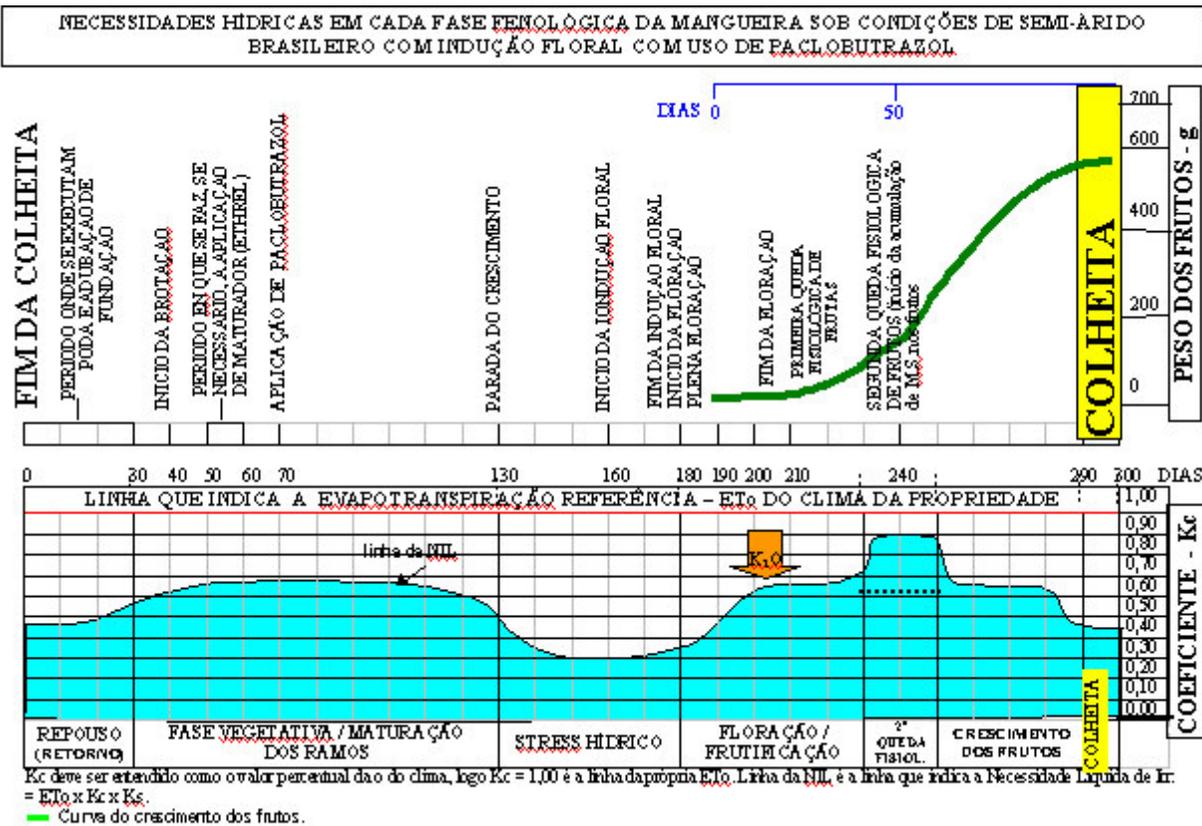


Gráfico 2: ciclo fenológico da mangueira e suas necessidades hídricas quando a indução floral é feita com uso de paclobutrazol.

5.1.3 - Monitoramento da água no solo

Como o nível de água disponível no solo, sob irrigação localizada, pode oscilar entre 80 e 100%, recomenda-se que o monitoramento da água no solo seja feito através do uso de tensiômetros instalados na profundidade do solo com a maior concentração de raízes. Desse modo, é de extrema importância, o conhecimento do comportamento do sistema radicular da cultura em cada local específico. (Vide maiores detalhes sobre o sistema radicular da mangueira no item 3).

Os tensiômetros devem ser colocados por mancha de solo e por setor, em que as plantas apresentem a mesma fase fenológica. Deve-se instalar, pelo menos, três tensiômetros em diferentes profundidades, por cada ponto de observação. As leituras tensiométricas poderão ser realizadas de uma a três vezes por dia e quando graficadas ao longo do tempo, têm-se uma indicação do comportamento da umidade no perfil do solo. As leituras obtidas nas duas maiores profundidades possibilitarão o cálculo, através de equações apropriadas, do fluxo de água perdido por percolação abaixo da profundidade efetiva do sistema radicular.

As tensões de água no solo aceitáveis para o manejo das irrigações dependem do tipo de solo. Para solos arenosos, as tensões podem variar entre 15 e 25 centibares, enquanto para solos argilosos essas tensões podem alcançar de 40 a 60 centibares (Gurovich e Steiner, 1986). As leituras desses tensiômetros servem para ajustar a lâmina ou o volume de água aplicados ao longo de uma semana. Por exemplo, para a condição em que a tensão de água no solo pode variar entre 15 e 25 centibares, deve-se reduzir em 10%, o tempo de irrigação quando a tensão de água no solo permanecer abaixo de 15 centibares, durante uma semana de irrigação. Por outro lado, quando as tensões apresentarem-se superiores a 25 centibares, deve-se aumentar o tempo de irrigação em 10%. Este procedimento deve ser utilizado continuamente, até que se tenha um ajuste adequado do manejo de água.

Além do uso de tensiômetros, devem-se também, utilizar informações obtidas através de poços de observação e do funcionamento dos drenos instalados numa área considerada. Estes procedimentos orientam o manejo de água, quando as irrigações são feitas em excesso. Caso contrário, estes procedimentos são contra-indicados.

5.2 - Manejo de água sob irrigação por aspersão

A seguir, descreve-se separadamente, o manejo de água correspondente a cada uma das fases fenológicas da cultura da mangueira:

5.2.1- Manejo da Água Aplicada ao Solo do Pré-plantio ao Desenvolvimento das Plantas

- a) **Período de pré-plantio** – A irrigação de pré-plantio ou rega de assento deve ser iniciada logo após o preparo definitivo da cova e quando a matéria orgânica estiver totalmente fermentada.

A rega de assento deve ser calculada com base na seguinte fórmula:

$$Lb = \frac{(CC - PMP).Da.Pr}{100.Ei}$$

em que: Lb = Lâmina bruta (mm); CC = Capacidade de campo (%); PM = Ponto de murcha (%); Da = Densidade aparente (g/cm³); Pr = Profundidade do solo (mm). Sugere-se adotar Pr = 1000mm; Ei = Eficiência de irrigação (%). Sugere-se adotar Ei = 0,70.

- b) **Período de plantio** – Logo após o plantio das mudas fazer uma irrigação de média a pesada. Para o pegamento das mudas, durante o primeiro mês após o transplante, as irrigações devem ser fracionadas em duas ou mais vezes no intervalo normal de irrigação, de modo a proporcionar ótimas condições de umidade na camada superficial do solo. Caso se disponha, na propriedade, de materiais que possam ser utilizados como cobertura morta em torno da planta, tanto as perdas de água por evaporação quanto o aquecimento do solo podem ser minimizados. Desse modo, dependendo do tipo de solo, as irrigações também podem ser minimizadas.
- c) **Período de desenvolvimento** – A necessidade de irrigação bruta deve ser calculada com base na evaporação acumulada do tanque classe A instalado na fazenda e nos parâmetros tabelados. Ou adotar a Fórmula de Penman modificada conforme já discutido.

O procedimento para o cálculo da necessidade de irrigação bruta – **NIB**, deve obedecer o seguinte passo:

- Cálculo da necessidade de irrigação bruta:

$$NIB = \frac{E_t \times K_p \times K_c}{E_i}$$

em que: NIB = Necessidade bruta de irrigação (mm); K_p = Fator de tanque (Tabela 1); K_c = Coeficiente de cultivo (Gráficos 3 e 4); E_t = Evaporação do tanque classe A (mm); E_i = Eficiência de irrigação obtido em teste de campo(%).

A frequência das irrigações é definida quando a NIB aproxima-se do nível de equivalência de água no solo. O nível de equivalência de água no solo deve ser calculado pela fórmula seguinte:

$$NE = \frac{(C - PMP).Da.Pr.Y}{100.Ei}$$

em que: NE = Nível de equivalência de água no solo (mm); Y = Nível de água utilizável do solo (%). Sugere-se Y = 0,5.

Com base nesse parâmetro e na intensidade de aplicação, determina-se o tempo de irrigação por posição.

Quando a cultura da mangueira estiver consorciada com culturas anuais, durante os dois primeiros anos de idade, a lâmina de água deve ser calculada com base no coeficiente da cultura temporária.

Dentre os fatores que influem de maneira significativa no manejo de água, destacam-se a capacidade de retenção de água do solo, o coeficiente de uniformidade, a eficiência de irrigação e a pressão de serviço do aspersor.

Quando o sistema de irrigação é operado com pressão de serviço muito baixa ou muito acima do valor calculado no projeto, tanto a pulverização do jato de água no ar, como o coeficiente de uniformidade e a eficiência de irrigação ficam bastante comprometidos.

5.2.2 - Manejo de Irrigação Durante o Ciclo da Cultura na Fase de Produção

- a) **Período de repouso fenológico** – Recomenda-se proceder como descrito no item 6.1.2 a.
- b) **Período de estresse hídrico** – Sob irrigação por aspersão, recomenda-se que o fornecimento de água seja paralisado bruscamente, uma vez que o volume de solo molhado é bastante grande, quando comparado à irrigação localizada. Deve-se levar em consideração, que em solos arenosos, o período em que a planta deve passar sob regime de estresse hídrico é bem menor do que em solos argilosos.

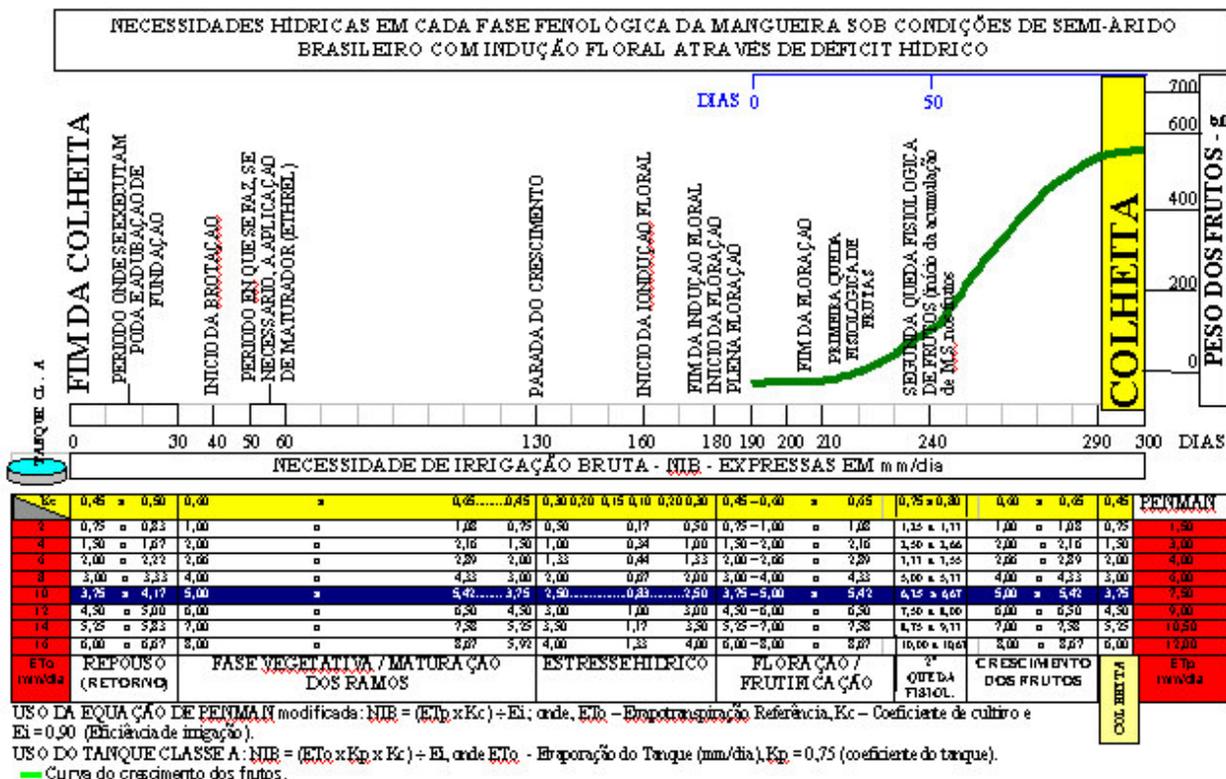


Fig. 3 - Exemplo de cálculo da Necessidade de Irrigação Bruta (NIB) diária, para a cultura da mangueira com indução floral através de estresse hídrico pelos métodos do TANQUE CLASSE A e PENMAN modificado (planilha prática previamente preparada).

estresse hídrico que antecede a indução floral. Esse procedimento também é válido para sistemas de irrigação localizada.

Além disso, deve-se acompanhar, através de observações visuais, o comportamento dos drenos parcelares existentes na área como um todo.

5.3 - Manejo de Água sob Irrigação por Sulcos e por Microbacias

A seguir, descreve-se separadamente, o manejo de água correspondente a cada uma das fases fenológicas da cultura da mangueira:

5.3.1 - Manejo da água aplicada ao solo

a) **Período de pré-plantio** – Recomenda-se proceder como descrito no item 5.2.1 a.

b) **Período de plantio** – Recomenda-se proceder como descrito no item 5.2.1 b.

c) **Período de desenvolvimento** – Após o pegamento das mudas, as irrigações devem ser feita de acordo com a evaporação do tanque. A lâmina de irrigação deve ser calculada com base na evaporação acumulada do tanque classe A instalado na fazenda e nos parâmetros tabelados.

O procedimento para cálculo da lâmina de irrigação para os sistemas de irrigação por sulcos e por microbacias é similar ao do método de irrigação por aspersão.

Quando se trata de sulcos com declive, deve-se dar um tempo de oportunidade no final do sulco, para se aplicar a lâmina de irrigação desejada. Sugere-se o uso de sulcos parcialmente fechados no final, visando a redução das perdas de água por escoamento superficial no final dos sulcos e minimizar o triângulo de percolação.

Quando se trata do sistema de irrigação por microbacias, a água deve ser aplicada de modo a encher totalmente a microbacia.

O sistema de irrigação por sulcos presta-se para consorciar a mangueira com outras culturas anuais, no sentido de proporcionar maior eficiência de uso do solo. No caso do sistema de irrigação por microbacias, a mangueira pode ser consorciada com outras culturas perenes de menor porte, que devem ser eliminadas quando a mangueira alcançar a idade de dois anos ou mais.

Quando a mangueira for consorciada com outras culturas, as lâminas de água demandadas por cada uma das culturas utilizadas devem ser calculadas com base nos seus respectivos coeficientes de cultura, uma vez que os sulcos ou microbacias dispõem-se de maneira independente.

Dentre os fatores que influem de maneira significativa no manejo de água, destacam-se a capacidade de retenção de água no solo e a eficiência de irrigação.

5.3.2 - Manejo de Irrigação Durante o Ciclo da Cultura na Fase de Produção

a) **Período de repouso fenológico** – Recomenda-se proceder como descrito no item 5.1.2 a.

b) **Período de stress hídrico** – Sob irrigação por sulcos, recomenda-se que o fornecimento de água seja paralisado bruscamente, uma vez que o volume de solo molhado é bastante grande, quando comparado à irrigação localizada, enquanto sob irrigação por microbacias, o fornecimento de água à planta deve ser feito gradualmente. Deve-se levar em consideração que em solos arenosos, o período em que a planta deve passar sob regime de estresse hídrico é bem menor do que em solos argilosos.

c) **Período de reinício da irrigação** – O reinício da irrigação em ambos os sistemas deve ser de maneira brusca.

d) **Período da segunda queda fisiológica dos frutos** - Ver item 5.1.2 d.

e) **Período da colheita** – Ver 5.1.2 e.

5.3.3 - Monitoramento da água no solo

O mesmo procedimento utilizado para o monitoramento da água no solo no sistema de irrigação por aspersão deve ser utilizado para os sistemas de irrigação por sulcos e por microbacias.

6 - FERTIRRIGAÇÃO

A prática da **fertirrigação** na cultura da manga, possível nos sistemas de aspersão, microaspersão e gotejamento depende dos seguintes requisitos:

REQUISITOS DO DESENHO DO SISTEMA

- Que o Lay-Out do sistema tenha levado em conta as variações pedológicas da área de cultivo.
- Que o Lay-Out do sistema tenha sido concebido levando em conta o planejamento de escalonamento de induções florais / colheita.
- Que o Lay-Out do sistema associado ao ponto de injeção de fertilizantes mais os equipamentos de injeção levem em conta sua logística operacional para tornar independente o manejo de irrigação com o manejo de fertirrigação.

REQUISITOS DAS FONTES DE NUTRIENTES

- A fonte dos nutrientes (fertilizantes) precisa primeiro ser conhecidamente adequado aos solos da área de cultivo e adequado também a cultura da manga.
- Ser solúvel em água, ou na forma líquida e ser quimicamente compatível com a água de irrigação.
- Ter elevado nível de pureza.
- Quanto menor for o índice salino melhor.
- Ser economicamente viável, por isso é importante a comparação de custos com outras fontes.

REQUISITOS DE CONHECIMENTOS TECNOLÓGICOS PARA SEU MELHOR USO

O usuário da fertirrigação precisa ter domínio de pelo menos os seguintes pontos:

- Normas práticas de fertirrigação, principalmente, a frequência de aplicação e o nível máximo de sais na água de irrigação, em cada aplicação, que não comprometa o desempenho da cultura.
- Técnicas e cuidados de procedimentos de dissolução de fertilizantes na preparação das soluções.
- Ter conhecimento de particularidades da hidráulica de seu sistema de irrigação como curva de avanço / recesso dos solutos na malha hidráulica do sistema. Importante também saber avaliar em cada momento a performance hidráulica do sistema como uniformidades de vazão e distribuição.
- Curvas das necessidades ou de assimilação de cada nutriente ao longo de um ciclo fenológico completo da cultura, seus níveis críticos máximos, mínimos e adequados em cada momento. Lembramos que o acompanhamento do estado nutricional das plantas através de análise foliar é muito indicado para quem pratica a fertirrigação. A análise de solo deve ser usada quando se espera uma tendência de níveis foliares de um ou mais elementos e esta não acontece, ou uma vez por ano ou período determinado para se aferir pH, saturação de bases, condutividade elétrica, nível de matéria orgânica, etc.
- Dinâmica – como se movimenta - dos fertilizantes no solo.
- Conhecer bem o equipamento de injeção de fertilizantes.

7 - Referências bibliográficas

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4 ed. Viçosa, Imprensa Universitária da UFV, 1989, 489p.
- CHOUDHURY, E.N.; SOARES, J.M. Comportamento do sistema radicular de fruteiras irrigadas. I. Mangueira em solo arenoso, sob irrigação por aspersão sobcoba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 12., 1993, Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 3, p. 169-176, 1993.
- CHOUDHURY, E.N.; SOARES, J.M.; CASTRO NETO, M. T. **Estresse hídrico em mangueira a nível de propriedade**. (EMBRPA – CPATSA).s.n.t.
- CURSO INTERNACIONAL DE RIEGO LOCALIZADO: RELACIONES AGUA-SUELO-PLANTA-ATMOSFERA, 2., 1981, Madrid, España.
Curso... Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Centro Nacional de Canaria, DSR, 1981. Apêndice 14.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 il. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper, 33).
- GUROVICH, L.A.; STEINER, V. **Fertirrigation scheduling of trickle irrigated grapes in Chile**. In: CURSO: UVA DE MESA DE EXPORTACION – PROBLEMAS DE PRODUCCION Y CALIDAD, 2., 1986, Santiago, Chile. **Resúmenes...** Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, facultad de Agronomía – DVC, 1986. [n.p.].

- SCALOPPI, E.J. Critérios básicos para seleção de sistemas de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 54 – 62, 1986.
- SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; FÁRIA, P.C. **Avaliação do bulbo molhado e do sistema radicular de fruteiras nas áreas irrigadas do Submédio São Francisco, sob irrigação por gotejamento**. Petrolina, PE. (EMBRAPA – CPATSA). s. n. t.
- SOARES, J.M. Sistemas de Irrigação por mangueiras. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1986, 130 IL. (**EMBRAPA-CPATSA, Circular Técnica**, 13).
- SOARES, J.M. Eficiência de irrigação em sulcos parcialmente fechados no final. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1989, 11p. (**EMBRAPA-CPATSA, Comunicado Técnico**, 30).
- SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da. **Irrigação**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido (Petrolina, PE) Informações técnica sobre a cultura da manga no semi-árido brasileiro / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 173p.