

12 IRRIGAÇÃO

José Monteiro Soares

INTRODUÇÃO

A irrigação da cultura da goiabeira compreende cinco segmentos distintos:

- Escolha do sistema de irrigação.
- Planejamento da irrigação.
- Manejo de água.
- Comportamento do sistema radicular.
- Integração entre manejo de água, manejo de nutrientes via água de irrigação e sistema radicular.

PLANEJAMENTO DA IRRIGAÇÃO

O planejamento da irrigação de uma área compreende etapas importantes: estudos básicos da área, plano de exploração agrícola e conhecimento da infra-estrutura disponível na área.

Estudos básicos da área

Os estudos básicos da área têm a finalidade de fornecer ao projetista os dados mais representativos das características físico-químicas dos recursos de solo e água, das características climáticas e do nível de tecnologia a ser adotado nos cultivos, para que o planejamento não seja feito com base em dados fictícios, o que poderá resultar num projeto malconcebido. Geralmente, esses estudos são requeridos para propriedades com área a partir de 10 ha. O projetista deve visitar a área antes da realização dos estudos, para discutir o detalhamento da execução dos trabalhos de campo. A implantação de um projeto malconcebido poderá trazer sérios problemas para a sua operacionaliza-

ção, podendo até inviabilizá-lo futuramente. A correção desses projetos poderá ser feita parcial ou totalmente, mas os custos adicionais poderão ser superiores aos custos necessários para a elaboração e a execução de um projeto bem delineado.

Entre os fatores a serem considerados, destacam-se os seguintes.

Recursos hídricos

A água poderá ser proveniente de várias fontes, tais como: rios perenes e temporários; poços amazonas, artesianos e semi-artesianos; pequenas, médias e grandes represas e lagoas; ou rede de distribuição (canal ou tubulação) de sistemas públicos. Deve-se salientar que a qualidade da água, a necessidade de armazenamento e o montante dos investimentos dependerão, em parte, do tipo de fonte de água.

As fontes de água sem limitação de vazão ou volume podem condicionar o dimensionamento de sistemas de irrigação com tempo de funcionamento ininterrupto, de pelo menos 20 horas por dia, dependendo do método de irrigação e do nível de automatização escolhidos. Quando, porém, as fontes apresentam restrições de vazão ou quando a distribuição de água obedece a um calendário ou a uma demanda controlada, os sistemas de irrigação devem ser projetados para funcionar o maior número de horas por dia, com vista à redução dos custos de investimentos e de operação.

O potencial de recursos hídricos ao longo do ano também deve ser levado em consideração, quando se determina o tamanho da área a ser irrigada. A distância, a localização e a situação topográfica em relação à área a ser irrigada também têm influência marcante para o planejamento da irrigação.

Outro fator de extrema importância para a escolha do sistema de irrigação é a análise qualitativa da água, uma vez que o uso de águas inadequadas poderá trazer graves problemas físicos e químicos para os solos, toxicidade às plantas, incrustação no sistema de bombeamento e de condução de água, obstrução dos emissores de água, entre outros.

De manutenção do sistema de irrigação, fatores que refletem na qualidade e na rentabilidade dos cultivos.

A Tabela 9 apresenta os principais parâmetros, com as respectivas unidades, e níveis de tolerância para irrigação.

Levantamento planialtimétrico

Consiste no estudo e representação do relevo da área, incluindo os limites do polígono da área considerada, localização de obras civis, cercas, rede elétrica, fontes de água e drenos naturais, mesmo que estejam fora da área considerada, estradas, culturas existentes (espaçamento entre fileiras), bem como qualquer acidente topográfico ou outras singularidades que possam afetar o desenho do projeto.

Tabela 9. Parâmetros químicos necessários para a análise da água de irrigação e seus respectivos níveis de ocorrência normalmente encontrados na natureza.

Parâmetros	Símbolo	Unidade	Níveis normais *
Salinidade			
Condutividade elétrica	CE	ds/m	0 - 3
Sais dissolvidos totais	SDT	mg/l	0 - 2.000
Cátions e anions			
Cálcio	Ca ⁺⁺	meq/l	0 - 20
Magnésio	Mg ⁺⁺	meq/l	0 - 5
Sódio	Na ⁺	meq/l	0 - 40
Carbonatos	CO ₃ ⁻⁻	meq/l	0 - 0,1
Bicarbonatos	CHO ₃ ⁻	meq/l	0 - 10
Cloretos	Cl ⁻	meq/l	0 - 30
Sulfatos	SO ₄ ⁻⁻	meq/l	0 - 20
Nutrientes			
Nitrato-nitrogênio	NO ₃ ⁻ -- N	mg/l	0 - 10
Amônio-nitrogênio	NH ₄ ⁺ -- N	mg/l	0 - 5
Fosfato-fósforo	PO ₄ ⁻⁻⁻ -- PO	mg/l	0 - 2
Potássio	K ⁺	mg/l	0 - 2
Oligoelementos e outros			
Ferro	Fe ⁺⁺⁺	mg/l	0 - 5
Manganês	Mn ⁺⁺	mg/l	0 - 0,2
Boro	B ⁺	mg/l	0 - 2
Acidez ou alcalinidade	pH	----	6 - 8,5
Relação de adsorção de sódio	RAS	(mmol/l) ^{1/2}	0 - 15

* Esses níveis normais correspondem às características químicas da maioria das águas normalmente encontradas no Nordeste brasileiro. Isto não quer dizer que os valores dentro destas faixas não possam causar problemas.

Fonte: Ayres & Westcot (1991).

A Tabela 10 mostra algumas sugestões de escalas, tamanho de quadrículas e distância entre curvas de nível conforme o relevo, para o estudo de levantamento planialtimétrico e apresentação de mapas.

No mapa, deve constar, ainda, as coordenadas geográficas, norte magnético e a linha base do estudo. É importante que a linha base dos estudos de campo seja materializada no campo, para que não seja destruída pela ação de animais, desmatamento, entre outros. Os mesmos procedimentos devem ser adotados para a referência de nível (RN) e para a poligonal da área, quando se trata de limites indefinidos.

Levantamento pedológico detalhado

Consiste no estudo das características pedológicas do solo com a finalidade de mapear os solos da área considerada e selecionar as terras irrigáveis. Esse estudo deverá compreender também o traçado dos limites das manchas de solo, as classificações físicas dos solos (granulometria, retenção e infiltração de água, profundidade e densidade) e química dos solos e as respectivas recomendações de adubação e correção, além do estudo de suas aptidões para diferentes sistemas de manejo, incluindo as técnicas de conservação mais adequadas a cada condição específica de solo.

O mapeamento detalhado do solo deverá ser feito numa quadrícula máxima de 100 x 100 m, com tradagens manuais até

a profundidade de 2,5 m, enquanto a abertura de perfis deverá ser feita em até dois pontos por unidade de mapeamento, à profundidade de até 2,5 m.

O levantamento pedológico detalhado é de extrema importância para a localização das culturas a serem implantadas na propriedade, para definição do leiaute dos sistemas de irrigação e de drenagem e para localização das estradas, assim como, para a construção de obras civis. As formas e as dimensões das manchas de solo são extremamente importantes para a definição das dimensões e da localização das subunidades de rega para sistemas de irrigação localizada. A localização de suas subunidades de rega e de unidades operacionais, compreendendo manchas de solos distintas, poderá trazer sérios transtornos para o manejo de água e de nutrientes para uma cultura específica, mesmo que ela se encontre na mesma fase fenológica.

Estudo climático

O estudo detalhado dos elementos climáticos, tais como precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura do ar, velocidade e direção do vento e evaporação do tanque classe A, são extremamente importantes para o cálculo da evapotranspiração de referência do local considerado.

Por ocasião da elaboração de projetos de irrigação para culturas frutícolas, particularmente para regiões semi-áridas, sugere-se que a necessidade de irrigação, para

Tabela 10. Escalas, tamanho de quadrículas e distância entre curvas de nível para estudos de levantamentos planialtimétrico e apresentação de mapas em função do relevo.

Relêvo topográfico	Escala	Tamanho da quadrícula (m)	Distância entre curvas de nível (m)
Muito acidentado	1:500	25 x 25	1,0 x 1,0
Suave a ondulado	1:1.000	50 x 25	1,0 x 1,0
Plano	1:1.000	100 x 50 ou 100 x 25	0,5 x 0,5

efeito de dimensionamento de projetos, seja calculada de acordo com uma série de metodologias, como, por exemplo:

Cálculo da evapotranspiração de referência, pela fórmula de Hargreaves (1974)

$$E_{to} = FET (32 + 1,8 T) \times 0,158 \times (100 - UR)^{1/2}$$

Em que:

E_{to} = Evapotranspiração de referência (mm/mês).

FET = Fator de evapotranspiração (mm/mês), obtido a partir da latitude do local do projeto (Tabela 11).

T = Temperatura média mensal (°C).

UR = Umidade relativa média do ar (%).

Cálculo da evapotranspiração de referência pela evaporação da água do tanque classe A

$$E_{to} = K_p \times E_t$$

Em que:

E_{to} = Evapotranspiração de referência (mm/mês).

K_p = Fator de tanque (Tabela 12).

E_t = Evaporação do tanque classe A (mm/mês).

Cálculo da precipitação efetiva

Segundo USDA (1970), citado por Jensen et al. (1990), a precipitação pluvial efetiva pode ser calculada como segue:

$$P_e = f(D) [1,25 P^{0,824} - 2,93][10^{0,000955E}]$$

$$f(D) = 0,53 + 0,0116 D - 8,94 \times 10^{-5} D^2 + 2,32 \times 10^{-7} D^3$$

Em que:

P_e = Precipitação pluvial efetiva mensal (mm).

f(D) = Fator de correção (Tabela 13).

P = Precipitação pluvial mensal (mm).

D = Capacidade de armazenamento do solo (mm).

Cálculo da evapotranspiração real da cultura

O cálculo da evapotranspiração da cultura é feito com base na evapotranspiração de referência do período considerado e no coeficiente de cultura, que difere de uma espécie para outra, como segue:

$$E_{tc} = E_{to} \times K_c - P_e$$

Em que:

E_{tc} = Evapotranspiração real da cultura (mm/mês).

K_c = Coeficientes de cultura.

P_e = Precipitação efetiva (mm/mês).

Tabela 11. Fator de evapotranspiração em mm/mês (FET)

Latitude Sul	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01	2,29	2,12	2,35	2,20	2,14	1,99	2,09	2,22	2,26	2,36	2,23	2,27
02	2,32	2,14	2,36	2,18	2,11	1,96	2,06	1,19	2,25	2,57	2,26	2,30
03	2,35	2,15	2,36	2,17	2,08	1,92	2,03	2,17	2,25	2,39	2,29	2,34
04	2,39	2,17	2,36	2,15	2,05	1,89	1,99	2,15	2,34	2,40	2,32	2,37
05	2,42	2,19	2,36	2,13	2,02	1,85	1,96	2,13	2,23	2,41	2,34	2,41
06	2,45	2,21	2,36	2,12	1,99	1,82	1,93	2,10	2,23	2,47	2,37	2,40
07	2,48	2,22	2,36	2,10	1,96	1,78	1,89	2,02	2,22	2,43	2,40	2,40
08	2,51	2,24	2,36	2,08	1,93	1,75	1,86	2,05	2,21	2,44	2,42	2,51
09	2,54	2,25	2,36	2,06	1,90	1,71	1,82	2,03	2,20	2,45	2,45	2,54
10	2,57	2,27	2,36	2,04	1,86	1,68	1,70	2,00	2,19	2,46	2,47	2,58
11	2,60	2,28	2,35	2,02	1,83	1,64	1,75	1,98	2,18	2,47	2,50	2,61
12	2,62	2,29	2,35	2,00	1,80	1,61	1,72	1,95	2,17	2,48	2,52	2,64
13	2,65	2,31	2,35	1,98	1,77	1,57	1,68	1,92	2,16	2,48	2,54	2,67
14	2,68	2,32	2,34	1,96	1,73	1,54	1,65	1,89	2,14	2,49	2,57	2,71
15	2,71	2,33	2,33	1,94	1,70	1,50	1,61	1,87	2,13	2,50	2,59	2,74
16	2,73	2,34	2,33	1,91	1,67	1,46	1,58	1,84	2,12	2,50	2,61	2,77
17	2,76	2,35	2,32	1,89	1,63	1,43	1,54	1,81	2,10	2,50	2,63	2,83
18	2,79	2,30	2,31	1,87	1,66	1,33	1,50	1,78	1,09	2,51	2,63	2,85
19	2,81	2,37	2,30	1,84	1,56	1,33	1,47	1,75	2,07	2,51	2,67	2,86
20	2,84	1,38	2,33	1,82	1,50	1,31	1,43	1,72	2,06	2,51	2,63	2,83

Tabela 12. Fator de tanque classe A (Kp) para diferentes níveis de cobertura vegetal e de umidade relativa para regiões semi-áridas.

Velocidade do vento (m/s)	Largura da faixa Vegetada (m) (*)	Umidade relativa do ar (%)			Largura da faixa seca (m) (*)	Umidade relativa do ar (%)		
		< 40	40 a 70	> 40		< 40	40 a 70	> 40
<2,03	1	0,55	0,55	0,75	1	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,65	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,70	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,75	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
2,03 a 4,92	1	0,50	0,50	0,65	1	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,60	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,65	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,70	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
4,92 a 8,10	1	0,45	0,45	0,60	1	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,55	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,60	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,65	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
>8,10	1	0,40	0,40	0,50	1	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,45	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,50	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,55	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

(*) em torno da estação meteorológica ou do tanque de evaporação, principalmente na direção de barlavento.

Fonte: Doorenbos & Kassam, 1994.

Tabela 13. Valores de precipitação efetiva calculada para condições específicas, bem como valores de f(D) para diferentes capacidades de armazenamento de água pelo solo na profundidade efetiva da raiz.

Et (mm)	Precipitação mensal (mm)															
	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	112,5	125	137,5	150	162,5	175	187,5	200
<i>Precipitação efetiva média mensal (mm) para D = 75mm</i>																
25	8	16	23	25												
50	8	17	24	32	39	46	50									
75	8	18	26	34	41	48	55	62	69	75						
100	9	18	27	36	44	51	58	66	73	80	87	93	100			
125	9	20	29	38	46	54	62	70	77	84	92	99	106	112	119	125
150	10	21	30	40	48	57	65	73	81	89	97	104	112	119	126	133
175	10	22	32	42	51	60	69	78	86	94	102	110	118	126	133	141
200	11	23	34	44	54	64	73	82	91	99	108	116	124	133	141	149
225	12	24	36	47	57	67	77	87	96	105	114	123	132	140	149	157
250	12	26	38	50	60	71	81	92	101	111	120	130	139	148	157	166
Fator de correção (f) para outros valores de D diferentes de 75 mm																
D - mm	20	25	37,5	50	60	75	100	125	150	175	200					
F(D)	0,73	0,77	0,85	0,92	0,96	1,00	1,03	1,04	1,05	1,07	1,14					

Fonte: USDA, (1970) citado por Jensen et al. (1990).

Plano de exploração agrícola do projeto

O planejamento agrônômico da cultura da goiabeira destaca-se como um dos fatores de extrema importância para o sucesso do empreendimento agrícola. Desse modo, esse planejamento deve ser previamente discutido pelo proprietário e sua equipe técnica, para definir os seguintes elementos: variedades, espaçamentos e plano de escalonamento da produção; culturas de consórcio; técnicas de conservação do solo e sentido de plantio.

Sugere-se que o planejamento agrônômico de projetos com áreas maiores que 10 ha seja definido em conjunto, envolvendo o projetista, os técnicos que realizaram os levantamentos planialtimétrico e pedológico, o proprietário e sua equipe técnica, quando então serão definidos o desenho geral de distribuição da cultura principal e os sistemas de irrigação a serem utilizados. A complexidade desse desenho tende a aumentar à medida que aumentam a área do projeto, o número de classes de terras para irrigação e o número de variedades envolvidas, entre outros fatores.

Outras informações

Entre as informações necessárias, podem ser mencionados o tipo de energia disponível na propriedade, a potência instalada e a jornada de trabalho diária e mensal.

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA GOIABEIRA

De um modo geral, a cultura da videira pode ser explorada pelos sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão, aspersão e por sulcos. Os sistemas de irrigação

por gotejamento e por sulcos são indicados para solos argilo-arenosos e argilosos, enquanto os sistemas por aspersão e por microaspersão são mais adequados para solos arenosos e areno-argilosos.

A seguir, são apresentadas as características específicas dos sistemas de irrigação para orientar a sua escolha.

Sistema de irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento caracteriza-se pela aplicação de água e de produtos químicos numa fração do volume de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma pontual ou em faixa contínua (Soares et al. s.d.). O volume de solo umedecido por um gotejador é denominado bulbo molhado, cujas forma e dimensão dependem da vazão do emissor, do volume de água aplicado por irrigação, da textura e do perfil do solo (Fig. 26).

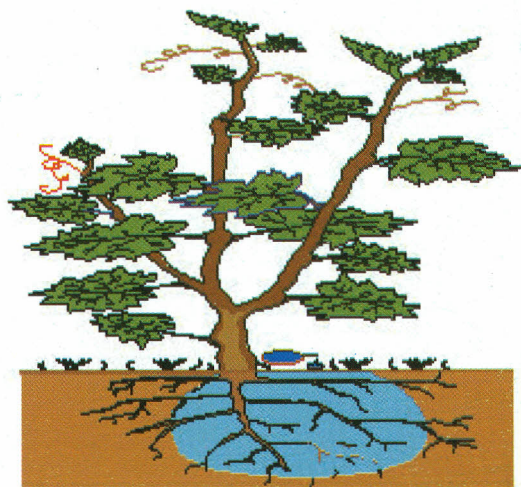


Ilustração: José Cleite Bezerra.

Fig. 26. Comportamento do bulbo molhado e distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por gotejamento.

O bulbo molhado é de fundamental importância para a escolha do método de irrigação por gotejamento, uma vez que influi diretamente no dimensionamento do sistema e no manejo de água. Por causa da grande variação pedológica dos solos do Nordeste brasileiro, especialmente dos solos da Região do Submédio do Vale do São

Francisco, recomenda-se que esse parâmetro seja determinado em condições de campo, para cada mancha de solo. Para sua determinação, pode-se utilizar um aparelho denominado bulbo infiltrômetro desenvolvido por Nascimento & Soares (1989).

A seção transversal do volume de solo molhado pelo emissor denomina-se área molhada. Segundo Hernandez Abreu & Rodrigo Lopez (1977), esse parâmetro geralmente é medido a 20 cm de profundidade, quando se trata de solos não cultivados e com perfil uniforme. No caso de solos estratificados, deve-se levar em consideração a área molhada formada na camada do solo predominante no seu perfil. A medição desse parâmetro em

solo já cultivado deve ser feita na profundidade em que a densidade radicular seja máxima em relação à superfície do solo (Merriam et al., 1973).

A relação entre a área molhada e a área ocupada por uma planta é denominada porcentagem de área molhada, destacando-se, também, como um parâmetro importante para o dimensionamento do sistema de irrigação por gotejamento.

O Quadro 2 mostra as formas e dimensões de bulbos molhados mais comuns nos solos irrigados do Semi-Árido nordestino.

Geralmente, as linhas laterais são posicionadas na superfície do solo, tornando-as mais suscetíveis a danos mecânicos (Fig. 27).

Quadro 2. Formas e dimensões de bulbos molhados mais comuns nos solos irrigados do semi-árido nordestino

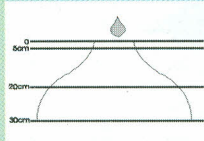
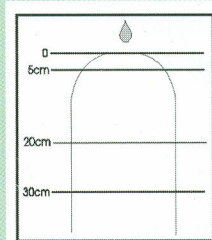
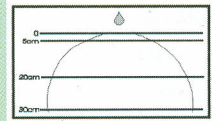
Formas mais comuns de bulbos molhados	Profundidade da camada de solo (cm)	Diâmetro do bulbo molhado		Tipos de solos	Recomendações
		A	B		
	5 20 30	até 60cm até 140cm > 140 cm	> 60cm >140cm >180cm	Solos com camadas superficial arenosa e gradiente textural a partir de 20cm. Quando no horizonte 0-20cm silte+ argila é inferior a 15-20% do complexo textural ocorrem, normalmente, as dimensões "A". Quando a soma é superior a 20% resultam as dimensões "B".	Quando as dimensões do bulbo molhado recair em "A", recomenda-se para videira só com duas linhas para cada fileira de plantas. Mais adequado para microaspersão ou aspersão. Quando recair em "B", pode-se adotar o gotejo com um só linha por fileira de plantas.
	5 20 30	< 40cm <100cm >140cm	< 70cm <140cm <150cm	Areias Quartzosas: Ocorrem as dimensões "A", quando a % de areia grossa é maior que a % de areia fina. Ocorrem as dimensões "B", quando a situação é contrária.	Não se recomenda gotejamento, microaspersão e aspersão. Quando ocorrem as dimensões "B" ainda se pode admitir gotejamento com duas linhas para cada fileira de plantas.
	5 20 30	> 80cm >160cm >180cm		Solos argiloso e franco-argilosos sem gradiente textural na superfície.	Adequados para gotejamento, se apresentarem para compactação, deve-se evitar a escolha da microaspersão ou aspersão.



Foto: Dr. José Monteiro Soares.

Fig. 27. Disposição das linhas laterais na superfície do solo em goiabeira.

Sistema de irrigação por microaspersão

A irrigação por microaspersão caracteriza-se pela aplicação da água e de produtos químicos, numa fração do volume de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma circular ou em faixa contínua. Nesse sistema de irrigação, as dimensões do bulbo molhado dependem, quase que exclusivamente, do alcance e da intensidade de aplicação ao longo do raio do emissor e do volume de água aplicado por irrigação (Fig. 28).



Ilustração: José Cleis Bezerra.

Fig. 28. Comportamento do volume de solo molhado e a distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por microaspersão.

Em decorrência da grande diversidade de modelos de microaspersores, os que proporcionam padrões especiais de distribuição de água geralmente são mais caros e dificultam o alcance dos padrões de distribuição propostos no campo (Fig. 29).



Foto: Dr. José Monteiro Soares.

Fig. 29. Microaspersor fixado na superfície do solo, num pomar de goiabeira.

Entre os parâmetros a serem utilizados para a escolha do sistema de irrigação por microaspersão, destacam-se: vazão do emissor, raio de alcance, intensidade de aplicação ao longo do raio, consumo de energia e manutenção do emissor.

Um dos fatores que podem exercer grande influência no padrão de distribuição de água é a interseção das ervas-daninhas e dos próprios galhos das plantas com os jatos de água.

Sistema de irrigação por aspersão

A irrigação por aspersão caracteriza-se pela pulverização do jato de água no ar, visando ao umedecimento de 100% da área ocupada pela planta. Existe uma série de modelos de aspersores, de acordo com o ângulo que os bocais formam com o plano horizontal (aspersores de sobrecopa) e com o diâmetro dos bocais.

Esse tipo de irrigação também é bastante afetado pela ação da velocidade do vento (Fig. 30). Também há necessidade de se ajustar os calendários de irrigação e de pulverização, por causa do umedecimento excessivo da folhagem.



Foto: Dr. José Monteiro Soares.

Fig. 30. Aspersão com aspersor tipo sobrecopa num pomar de goiabeira.

Quando se utiliza o sistema de irrigação por aspersão para a cultura da goiabeira, deve-se consorciá-la, durante o 1º ano, com culturas anuais ou com leguminosas para serem incorporadas ao solo. Isso tende a minimizar as perdas de água por percolação profunda e o número de capinas, uma vez que a área molhada por planta é de 100%.

Sistema de irrigação por sulcos

A irrigação por sulcos caracteriza-se pela aplicação de água ao solo, por meio de pequenos canais abertos ao longo da superfície do terreno. A derivação de água nesse sistema de irrigação pode ser feita por sifões ou por tubos janelados. O sistema de irrigação por sulcos com sifões deve ser utilizado em terrenos com declividade inferior a 0,5%, enquanto o sistema de irrigação por sulcos com tubos janelados pode ser usado em terrenos bastante acidentados, uma vez que a condução de água é feita por meio de tubulação.

A área molhada por sulcos depende do tipo de solo, da vazão aplicada, da declividade do sulco e do tempo de irrigação. Dependendo da topografia do terreno, a porcentagem de área molhada por planta pode ser duplicada depois de 1 ano, abrindo-se um sulco de cada lado da fileira de plantas (Fig.31).



Foto: Dr. José Monteiro Soares.

Fig. 31. Fileira de plantas com um sulco de cada lado.

Os sistemas de irrigação por sulcos destacam-se como alternativa de exploração de pequenas áreas, principalmente quando se utilizam sulcos parcialmente bloqueados no final e ao longo do seu comprimento, ou sulcos curtos, fechados e nivelados.

MANEJO DE ÁGUA NA CULTURA DA GOIABEIRA

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

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

Manejo de água sob irrigação por gotejamento e por microaspersão

O manejo de água de uma área irrigada compreende duas fases distintas. A pri-

meira corresponde à aplicação de água no solo por meio do sistema de irrigação; e a segunda, ao monitoramento da água no volume de solo explorado pelas raízes da planta. A seguir, descreve-se, separadamente, cada uma dessas fases.

Aplicação da água no solo

O manejo da água aplicada no solo, ao longo do ciclo vegetativo da goiabeira, pode ser dividido em cinco períodos distintos, como seguem:

a) Período de pré-plantio – a irrigação de pré-plantio deve ser iniciada logo após o preparo definitivo da cova. O transplante das mudas só pode ser feito quando o bulbo ou a faixa molhada estiverem formados e a matéria orgânica aplicada estiver totalmente fermentada. Quando o solo estiver seco, serão necessários, no mínimo, 15 dias para a formação do bulbo ou faixa molhada. Por outro lado, o tempo necessário para a fermentação da matéria orgânica posta na cova depende da proporção de esterco misturado ao solo, além do grau de fermentação do esterco posto na cova. Quando essa proporção for de seis partes de terra para uma de esterco, o tempo de fermentação pode ocorrer num período de 15 a 20 dias, se as irrigações forem feitas diariamente. Se as proporções entre solo e esterco forem superiores, 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 transplante das mudas, as irrigações devem ser feitas diariamente, e a duração dependerá do tipo de sistema de irrigação localizada.

Quando se utiliza o sistema de irrigação por gotejamento, recomenda-se irrigar de 20% a 30% do tempo máximo de rega por dia, de acordo com as condições em que o sistema foi dimensionado. Recomenda-se, ainda, posicionar as linhas com gotejadores

de modo que o emissor coincida com a posição da muda.

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 (Fig. 32). 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 de goiabeira foi transplantada. O microaspersor deve continuar nessa posição até o 6^o mês, após o transplante das mudas, ou até quando a evolução do crescimento do sistema radicular requerer aumento de área umedecida. Nessa fase, a utilização de culturas em consórcio fica impossibilitada. Caso se utilizem emissores que não permitem a inversão ou a troca do defletor (microaspersores de longo alcance), em que a área molhada tem a forma de taça ou de faixa,



Fig. 32. Microaspersor invertido.

recomenda-se irrigar de 70% a 80% do tempo máximo de rega por dia, de acordo com as condições em que o sistema foi dimensionado.

Toda a atenção deve ser dada para a primeira 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;

c) Período de produção – durante as irrigações seguintes, para facilitar a administração do manejo de água na propriedade, recomenda-se que a lâmina de irrigação seja constante ao longo de uma semana. Ou seja, a lâmina de irrigação deve ser calculada com base na evaporação média diária do tanque classe A, instalado na fazenda. Sugere-se utilizar a evaporação ocorrida no período de sábado a sexta-feira, para o cálculo da evaporação média diária. Essa recomendação é válida para culturas perenes. O volume de água a ser aplicado em cada subunidade de

rega depende da lâmina de irrigação e do número de plantas por subunidade de rega.

Vale salientar que algumas propriedades da Região do Submédio do Vale do São Francisco vêm utilizando valores diários de evaporação do tanque classe A, em vez de valores médios diários. Com a sofisticação técnica dos empreendimentos agrícolas, essa tendência deverá prevalecer.

Cálculo da lâmina de irrigação

$$L_b = \frac{K_p \times K_c \times E_{tm} \times K_I}{CU}$$

Em que:

L_b = Lâmina de irrigação (mm).

K_c = Coeficiente de cultura (Tabela 14).

K_p = Fator de tanque (Tabela 12).

E_{tm} = Evaporação do tanque classe A, média diária (mm).

CU = Coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação (%), podendo também ser substituído pela eficiência de irrigação (%).

K_I = Efeito de localização. Para plantas com 6 a 12 meses de idade, utilizar valores de 0,40 a 0,60; para plantas com idade superior a 1 ano e meio, utilizar 1,0.

Cálculo de evaporação média diária

$$E_{tm} = \frac{E_{t1} + E_{t2} + E_{t3} + E_{t4} + E_{t5} + E_{t6} + E_{t7}}{7}$$

Em que:

E_{tm}: Evaporação média diária (mm).

E_{t 1, 2, 3... 7} = Evaporação diária (mm).

Tabela 14. Coeficientes de cultura para goiabeira*.

Fase fenológica	Duração (dias)	Coeficiente de cultura
Repouso após a colheita	20 a 30	0,20
Repouso que antecede a poda	10	0,70
Brotação das gemas e desenvolvimento inicial dos ramos	30	0,40 a 0,50
Floração e desenvolvimento dos ramos		0,60
Floração e desenvolvimento inicial dos frutos		0,70
Desenvolvimento dos frutos		0,80
Desenvolvimentos dos frutos/colheita		0,80

* Valores adaptados da cultura da videira para a Região do Submédio do Vale do São Francisco.

Cálculo do tempo de irrigação

Com base nesses parâmetros e nas características hidráulicas do emissor, determina-se o tempo de irrigação por subunidade de rega, conforme fórmula a seguir, tempo este que será constante ao longo da semana seguinte.

Cálculo do tempo de irrigação

$$T_i = \frac{L_b \times A_p}{n \times q}$$

e) **Período de repouso fenológico** – o manejo de água durante o período de repouso fenológico da goiabeira é função do intervalo de tempo decorrido entre a colheita e a poda do ciclo seguinte.

Recomenda-se que, no final do 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 de brotação, floração e início de desenvolvimento dos frutos.

A opção pela manutenção de uma irrigação plena, durante esse período de repouso fenológico, pode condicionar a perda de água e de nutrientes por lixiviação, principalmente quando se trata de solos arenosos. Quando, porém, o estresse é severo, os estômatos fecham-se e as folhas podem cair prematuramente, provocando a redução da atividade fotossintética e, conseqüentemente, a produção e a acumulação de carboidratos.

Monitoramento da água no solo

Como o nível de água disponível no solo sob irrigação localizada pode oscilar entre 80% e 100%, é recomendável que o monitoramento da água no solo seja feito pelo uso de tensiômetros instalados nas camadas do solo com maior concentração de raízes e imediatamente abaixo da profundidade efetiva das

raízes, de modo a formar uma bateria de tensiômetros composta de duas unidades. No entanto, como na Região do Submédio do Vale do São Francisco os pomares são subdivididos em muitas subparcelas, com o propósito de viabilizar o escalonamento de produção de goiaba ao longo do ano, tem-se, conseqüentemente, uma grande diversidade de estádios fenológicos distintos num mesmo pomar e num mesmo período. Nessas circunstâncias, torna-se impraticável o uso de tensiômetros para o monitoramento da água no solo, em decorrência da necessidade de instalação de um elevado número de baterias de tensiômetros, aumentando os custos e tornando cansativas a coleta e a interpretação dos dados.

Sugere-se, contudo, a instalação de pelo menos duas baterias de tensiômetros numa subparcela do pomar, cujo tipo de solo seja representativo da propriedade, como forma de obter um referencial para o manejo de água utilizado no pomar (ver Quadro 3).

Coletar informações sobre o comportamento do lençol freático no pomar, ao longo do ano, em poços de observação pode representar uma alternativa mais simples para o monitoramento do manejo de água. Desse modo, recomenda-se acompanhar a flutuação do lençol freático no solo, ao longo do tempo, em poços de observação instalados na área irrigada, em malhas quadradas de 100 x 100 m ou retangulares de 100 x 200 m. As leituras do nível do lençol freático podem ser feitas quinzenal ou mensalmente, para identificar, em tempo hábil, os pontos críticos da área cultivada. Sugere-se que o lençol freático seja mantido abaixo de 2 m em relação à superfície do solo, para que não venha a prejudicar o crescimento vertical do sistema radicular da planta.

O umedecimento excessivo do solo por um longo período asfixia as raízes das plantas, por deficiência de trocas gasosas, reduzindo ou mesmo paralisando a absorção de água e nutrientes, e provocando, conseqüentemente, a morte das raízes. Provoca também a oxidação do ferro e do manganês, que, ao se tornarem disponíveis à absorção pelas raízes, podem se concentrar em níveis elevados nas folhas das plantas, podendo alcançar níveis tóxicos.

Manejo de água sob irrigação por aspersão

O manejo de água de uma área irrigada compreende duas fases distintas. A primeira corresponde à aplicação de água no solo, pelo sistema de irrigação, e a segunda, ao monitoramento da água no volume de solo explorado pelas raízes da planta. A seguir, discute-se cada uma das fases.

Manejo da água aplicada ao solo

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:

Cálculo da lâmina de irrigação de pré-plantio

$$Lb = \frac{(CC - PM)}{100} \times \frac{Da \times Pr}{Ei}$$

Em que:

Lb = Lâmina bruta (mm).

CC = Capacidade de campo em peso (%).

PM = Ponto de murcha em peso (%).

Da = Densidade global (g/cm³).

Pr = Profundidade do solo (mm).

Ei = Eficiência de irrigação (%).

Sugere-se adotar **Ei** = 0,70.

b) Período de plantio e de desenvolvimento inicial – para o pegamento das mudas, durante o 1^o 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 a perda 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, evitando-se até o seu fracionamento.

c) Período de produção – a lâmina de irrigação deve ser calculada com base na evaporação acumulada do tanque classe A, instalado na fazenda e nos parâmetros tabelados.

Para o cálculo da lâmina de irrigação, deve-se obedecer ao seguinte procedimento:

Cálculo da lâmina de irrigação

$$Lb = \frac{Kp \times Kc \times Et}{Ei}$$

Em que:

Lb = Lâmina de irrigação (mm).

Kp = Fator de tanque (Tabela 5).

Kc = Coeficiente de cultura (Tabela 14).

Et = Evaporação do tanque classe A (mm).

Ei = Eficiência de irrigação obtida em teste de campo (%).

A frequência das irrigações deve ser determinada dividindo-se a lâmina bruta pela demanda evapotranspirométrica diária da planta, quando a lâmina bruta se aproximar do nível de equivalência de água.

Cálculo do nível de equivalência da água

$$NE = \frac{CC - PM}{100} \times \frac{Da \times Pr \times Y}{Ei}$$

Em que:

NE = Nível de equivalência de água no solo (mm).

CC = Capacidade de campo (%).

PM = Ponto de murcha (%).

Da = Densidade global (g/cm³).

Pr = Profundidade do solo (mm).

Y = Nível de água disponível no solo (%). Sugere-se **Y** = 0,5.

Ei = Eficiência de irrigação (%), obtido em teste de campo.

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

Quando a cultura da videira estiver consorciada com culturas anuais, durante os 2 primeiros anos de idade, a lâmina de água deve ser calculada com base no coeficiente da cultura anual.

Entre 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.

d) Período de repouso fenológico – recomenda-se proceder como descrito no item Aplicação de água no solo (pág.52).

Monitoramento da água no solo

Como o nível de água disponível no solo, sob irrigação por aspersão, pode oscilar em torno de 50%, deve-se utilizar o método gravimétrico para o monitoramento da água no solo, na profundidade efetiva das raízes, assim como o acompanhamento do lençol freático da mesma forma que no manejo de água sob gotejamento e por microsaspersão. Desse modo, é imprescindível o conhecimento do comportamento do sistema radicular da cultura em cada local.

Manejo de água sob irrigação por sulcos

O manejo de água de uma área irrigada compreende duas fases. A primeira corresponde à aplicação de água no solo,

pelo sistema de irrigação, e a segunda, ao monitoramento da água no volume de solo explorado pelas raízes da planta. A seguir, discute-se cada uma das fases.

Manejo da água aplicada ao solo

a) Período de pré-plantio – recomenda-se proceder como descrito no item Aplicação da água no solo (e) - ver pág. 54.

b) Período de plantio e de desenvolvimento inicial – recomenda-se proceder como descrito no item. Aplicação de água no solo (b) - ver pág. 52.

c) Período de produção – após o desenvolvimento inicial das mudas, as irrigações devem ser feitas 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 publicados.

O procedimento para o cálculo da lâmina de irrigação para os sistemas de irrigação por sulcos 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 à redução das perdas de água por escoamento superficial no final dos sulcos.

O sistema de irrigação por sulcos presta-se para consorciar a goiabeira com outras culturas anuais, proporcionando maior eficiência de uso do solo.

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

Entre 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.

d) Período de repouso fenológico – recomenda-se proceder como descrito no item Aplicação da água no solo (e) - ver pág. 54.

Monitoramento da água no solo

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

COMPORTAMENTO DO SISTEMA RADICULAR DA GOIABEIRA

O conhecimento da distribuição do sistema radicular da goiabeira nos diversos tipos de solos, conforme as diversas modalidades de sistemas de irrigação, é de fundamental importância, pelos seguintes aspectos: escolha correta da modalidade de irrigação; manejo adequado de água; e manejo racional e eficiente da nutrição das plantas.

ESCOLHA DA MODALIDADE DE IRRIGAÇÃO

A concepção de sistemas de irrigação é feita, primordialmente, conforme as infiltrações vertical e horizontal da água dos diversos tipos de solo.

Assim, para a exploração de solos argilosos e argilo-arenosos que apresentam um avanço horizontal ou infiltração lateral maior que 80 cm, devem ser concebidos sistemas de irrigação que proporcionem fluxos radiais de água no solo, a partir de um ponto de emissão de água (irrigação por gotejamento) ou de uma faixa úmida de solo (irrigação por sulco). Já para a exploração dos solos arenosos que apresentam infiltração vertical superior a 15 mm/h,

devem ser concebidos sistemas de irrigação em que a dispersão da água é feita pelo ar, tais como a aspersão ou a microaspersão.

MANEJO ADEQUADO DA ÁGUA

Um manejo de água eficiente pode variar de um pomar para outro, dependendo da concentração do sistema radicular da goiabeira, no perfil do solo. Nos pomares em que as raízes se concentram nas camadas superficiais do solo, a frequência e a intermitência da irrigação podem ser bastante distintas das daqueles pomares em que as raízes apresentam uma boa uniformidade de distribuição até 1 m ou mais de profundidade.

Diante disso, recomenda-se que sejam feitas avaliações da distribuição do sistema radicular da goiabeira, para determinar a profundidade efetiva das raízes de absorção de água e nutrientes para locais específicos e, conseqüentemente, os volumes de água disponíveis no perfil do solo para as plantas. Somente a partir dessas informações, será possível otimizar a frequência e/ou a intermitência da irrigação e as lâminas de água aplicadas em cada irrigação.

A distribuição do sistema radicular sob irrigação por gotejamento pode proporcionar maior sensibilidade à seca, em virtude da elevada densidade radicular por unidade de volume de solo molhado, principalmente em solos arenosos de textura média a grossa, que tendem a formar bulbos molhados mais estreitos e mais profundos (Fig. 33).

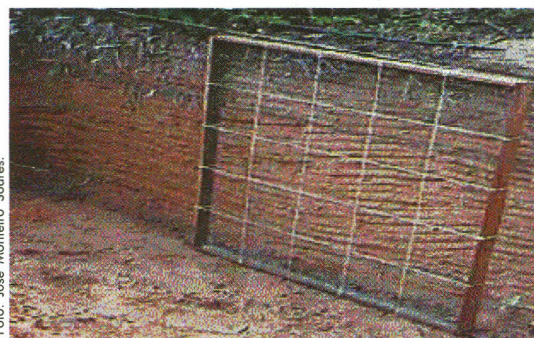


Foto: José Monteiro Soares.

Fig. 33. Distribuição horizontal e vertical do sistema radicular da goiabeira em Areia Quartzosa.

Tem-se constatado, na Região do Submédio do Vale do São Francisco, que a altura média anual do lençol freático em relação à superfície do solo, ao nível da propriedade, tem oscilado em torno de 1 m, o que tem concorrido para a deformação do bulbo molhado nos sistemas de irrigação localizada, principalmente sob gotejamento. Essa deformação também afeta a distribuição do sistema radicular das plantas, tornando-o mais disperso e menos profundo e, conseqüentemente, menos eficiente na absorção de nutrientes.

MANEJO RACIONAL E EFICIENTE DA NUTRIÇÃO DA PLANTA

Outro fator que pode afetar bastante o desenvolvimento da planta, sua produtividade e a qualidade dos frutos é o seu nível de nutrição mineral. De um modo geral, o método de adubação deve estar relacionado com o método de irrigação, o tipo de solo, o estágio fenológico da planta e com a distribuição do seu sistema radicular.

O manejo racional e eficiente de fertilizantes também depende da distribuição do sistema radicular da goiabeira, tanto no sentido horizontal quanto no vertical. As adubações convencionais ou mesmo via água de irrigação são mais eficientes quanto maior for a oportunidade de contato dos nutrientes com as raízes de absorção.

MANEJO DE NUTRIENTES POR FERTIRRIGAÇÃO

Fertirrigação é a aplicação de fertilizantes solúveis pela água de irrigação. É uma prática agrícola essencial ao manejo de culturas irrigadas, principalmente quando se utiliza irrigação localizada, sendo também uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes

às plantas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas. Pela aplicação de fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo, durante o ciclo produtivo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (Bernardo, 1996).

Métodos de aplicação de nutrientes por fertirrigação

A escolha de equipamentos para injeção de fertilizantes nos sistemas de irrigação depende:

- do fertilizante, que pode ser do tipo líquido ou sólido.
- do potencial de perigo do produto químico a ser aplicado, em relação ao seu manuseio pelo homem.
- da necessidade de mobilidade dos equipamentos a serem utilizados para a injeção de fertilizantes, entre outros fatores.

De um modo geral, a injeção de fertilizantes pode ser feita mediante diversos equipamentos, que funcionam por meio de diferença de pressão ou bombeamento e gravidade. Entre os mais usados na Região do Submédio do Vale do São Francisco, podem-se relacionar: o tanque de fertilizantes, as bombas injetoras de acionamento hidráulico e elétrico, os injetores do tipo Venturi ou sucção paralela (Fig. 34, 35 e 36.).

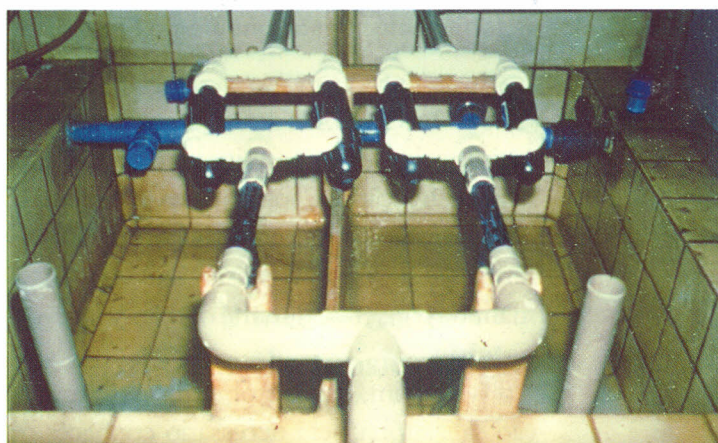


Fig. 34. Bomba injetora de fertilizantes tipo Venturi, com acionamento hidráulico.

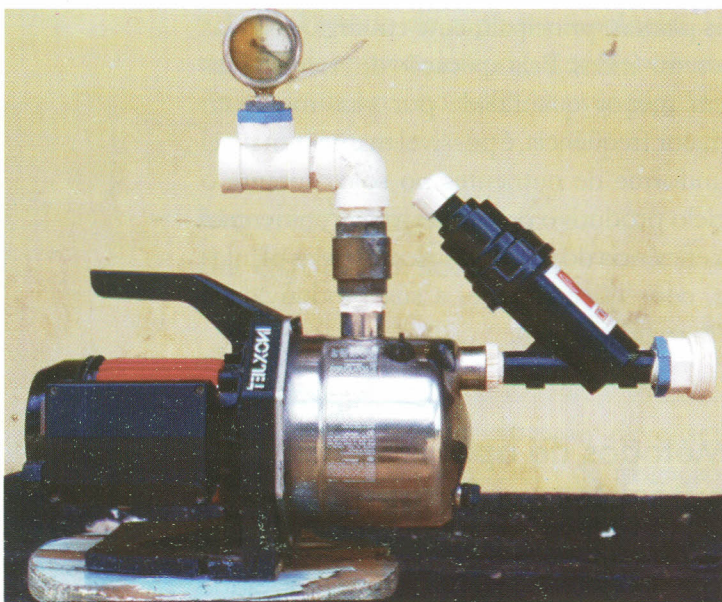


Foto: José Monteiro Soares.

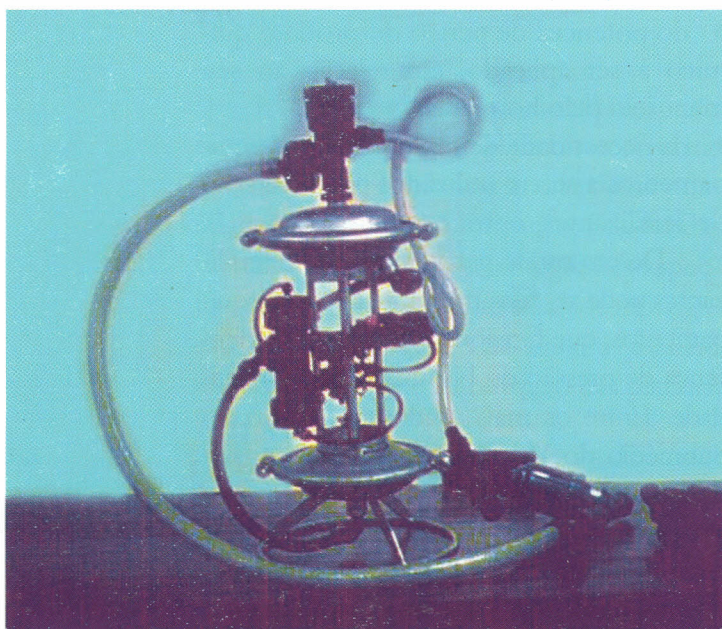
Fig. 35. Injetor de fertilizantes com acionamento elétrico.

Foto: José Monteiro Soares.

Fig. 36. Injetor de fertilizante com acionamento hidráulico.

As bombas injetoras destacam-se por serem mais precisas e por permitirem o controle da taxa de injeção de soluções em concentrações constantes, durante todo o tempo de fertirrigação, caso a pressão de serviço seja mantida constante durante o tempo da fertirrigação.

Assim, para se obter uma fertirrigação satisfatória, será necessário conhecer os mecanismos de funcionamento do equipamento utilizado, com o auxílio de catálogo técnico; a manutenção do equipamento após

a aplicação das soluções nutritivas, bem como a lavagem dos tanques usados para dissolução dos fertilizantes e sucção das soluções (Fig. 37). Quando possível, fazer a injeção das soluções de fertilizantes antes do sistema de filtragem de água, para evitar que impurezas obstruam os emissores.



Foto: José Monteiro Soares.

Fig. 37. Tanques para dissolução de fertilizantes, usados como acessórios dos equipamentos de fertirrigação.

Os procedimentos para a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, utilizando injetor hidráulico, podem ser encontrados no item Procedimentos para a preparação e a injeção de soluções de fertilizantes (pág. 62).

Manejo eficiente da fertirrigação

A irrigação localizada, mais especificamente o gotejamento, tem uma influência marcante na cultura da goiabeira, por proporcionar uma elevada concentração de raízes num volume de solo relativamente inferior ao volume destinado à planta, em comparação aos resultados alcançados com a irrigação por aspersão ou por sulco. Esse aspecto determina uma alta frequência de irrigação, bem como a aplicação localizada e parcelada de fertilizantes, ao longo do ciclo fenológico da goiabeira, o que proporciona maior eficiência de aproveitamento de fertilizantes, em comparação com os resultados conseguidos com a adubação convencional.

Os procedimentos adequados à aplicação de fertilizantes via água de irrigação

compreendem três etapas distintas. Durante a primeira etapa, deve-se pôr a funcionar o sistema de irrigação durante um quarto do tempo de irrigação, para equilibrar, hidraulicamente, todas as subunidades de rega. Na segunda etapa, faz-se a injeção dos fertilizantes no sistema de irrigação, com os equipamentos apropriados, por um período que corresponda a dois quartos do tempo total de irrigação. Na terceira etapa, o sistema de irrigação deverá continuar funcionando, para complementar o tempo total de irrigação, lavar completamente o sistema de irrigação e carrear os fertilizantes, da superfície para camadas profundas do solo.

A fertirrigação depende da taxa de injeção de fertilizantes, do tempo de irrigação por subunidade de rega e dos tipos e doses de fertilizantes por subunidade de rega, levando-se em consideração as espécies de culturas, as variedades e respectivas fases fenológicas.

Como regra geral, dependendo da complexidade do desenho do sistema de irrigação com relação à fertirrigação, recomenda-se iniciar o processo com fertilizante potássico, seguido dos fertilizantes nitrogenados, administrando-se as quantidades desses fertilizantes a serem aplicadas por subunidade de rega, com base no tempo de irrigação. As propriedades que utilizam o ácido fosfórico como fonte de fósforo devem aplicá-lo no final da fertirrigação, pois pode, também, proporcionar a limpeza do sistema de irrigação. Caso os fertilizantes sejam aplicados na forma de mistura, as soluções de cada fertilizante devem ser preparadas separadamente, e misturadas na proporção desejada, de acordo com as necessidades nutricionais das plantas, em cada subunidade de rega.

Para simplificar o processo de injeção de fertilizantes, via água de irrigação, é possível utilizar adutoras secundárias, paralelas às adutoras das subunidades de rega, com diâmetros variando de 1/2 a 1", cuja finalidade é transportar a solução ou a mistura concentrada de fertilizantes até a

entrada da subunidade de rega específica. É necessário, porém, que haja simultaneidade entre os tempos de irrigação e de fertirrigação, em cada subunidade de rega, de modo que a injeção da solução contendo fertilizante seja feita nos dois quartos intermediários do tempo de irrigação. A permanência do nitrogênio na tubulação, após a fertirrigação, pode favorecer o desenvolvimento de microorganismos, que causam a obstrução dos emissores (Rolston et al., 1979), citados por Pinto & Soares (1990).

Interação entre o manejo de água e o de fertilizantes, via água de irrigação

Informações sobre a distribuição do sistema radicular da goiabeira são imprescindíveis para a aplicação de fertilizantes, via água de irrigação ou por aplicação direta no solo, para otimizar a eficiência de uso de nutrientes.

A quantidade de nutrientes lixiviados do solo é função da lâmina de água perdida por percolação e da concentração dos nutrientes no perfil do solo, potencialmente lixiviáveis. No entanto, essas perdas são influenciadas pela uniformidade de distribuição de água pelo sistema de irrigação, pela lâmina de água aplicada por irrigação, pela capacidade de retenção de água do solo na profundidade efetiva da raiz, pelo tipo de fertilizante usado via fertirrigação, pela sua frequência de aplicação e pelo tipo de solo.

Procedimentos para instalação, coleta de dados e interpretação de resultados de tensiômetros

O Quadro 3 ilustra os procedimentos de instalação, leitura e interpretação dos tensiômetros.

Quadro 3 - Procedimentos para instalação, coleta de dados e interpretação de resultados de tensiômetros.

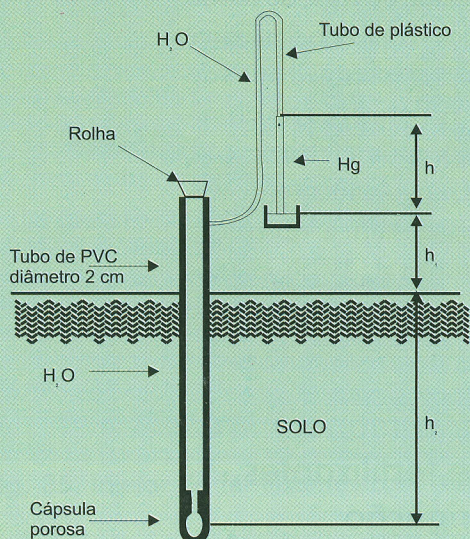


Ilustração: José Soares C. Bezerra.

Fig. 38. Equema de instalação e de leitura de um tensiômetro de mercúrio.

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 e para solos argilosos podem alcançar de 40 a 60 centibares (Gurovich & 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 durante a semana seguinte, quando esta permanecer abaixo de 15 centibares. Por outro lado, quando as tensões forem superiores a 25 centibares, deve-se aumentar o tempo de irrigação em 10%.

Diariamente, num horário pré-determinado, devem ser feitas as leituras dos

tensiômetros instalados nas áreas.

O potencial de água no solo é obtido pela seguinte equação:

$$hm = - (12,6h - h_1 - h_2)/10$$

Em que:

hm = Potencial matricial da água no solo (cb).

h = Altura da coluna de mercúrio (cm de Hg).

h₁ = Altura do nível de mercúrio na cuba, em relação à superfície do solo (cm).

h₂ = Profundidade da cápsula porosa, em relação à superfície do solo (cm).

Os dados obtidos deverão ser colocados num mesmo gráfico, para cada área piloto. A Fig. 39 mostra o comportamento do nível de água num solo do tipo Latossolo, sob irrigação por gotejamento. Com base no comportamento desse gráfico, serão feitos os ajustes dos fatores utilizados no cálculo dos parâmetros de irrigação.

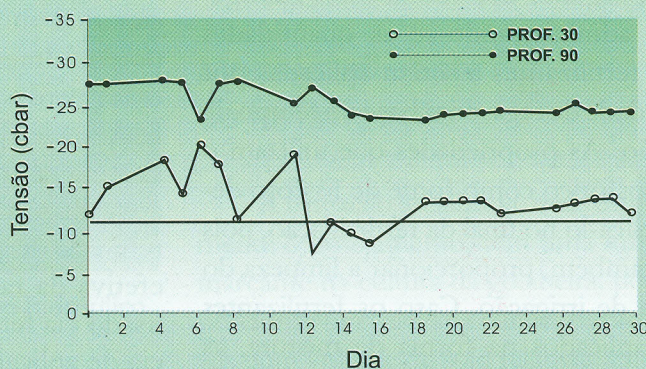


Fig. 39. Comportamento do nível de água no solo monitorado por tensiometria, ao longo do tempo para duas profundidades distintas (José Monteiro Soares).

Procedimentos para a preparação e a injeção de soluções de fertilizantes através de bomba injetora

- Conhecer o volume do tanque de solubilização de fertilizantes.

- Observar a solubilidade do fertilizante. Sugere-se adotar 75% da solubilidade informada pelo fabricante, apresentada no capítulo de adubação deste livro.
- Observar os graus de compatibilidade entre fertilizantes, caso haja necessidade de misturar dois ou mais fertilizantes, para reduzir

a possibilidade de formação de precipitados, tanto no tanque de solubilização quanto no entupimento dos emissores (Fig. 40).

- Quantificar o(s) fertilizante(s) a ser(em) injetado(s), de acordo com o planejamento da fertirrigação por subunidade de rega.
- Adicionar água ao tanque de dissolução, colocar o(s) fertilizante(s) e iniciar o processo de agitação, utilizando uma pá motorizada ou até mesmo um rodo de madeira.
- Após alguns minutos de agitação, se for constatada a presença de torrões de fertilizantes no fundo do tanque, sugere-se desmanchá-los e continuar a agitação.
- Observar as recomendações específicas de cada fertilizante, quanto ao tempo de

agitação e à necessidade de repouso da solução.

- Após a preparação da solução, transferir para o tanque de sucção. Durante esse processo, recomenda-se não agitar a solução e fazer uma pré-filtragem, utilizando uma peneira de malha fina.
- Dar início ao processo de injeção da solução de fertilizantes, provocando um gradiente de pressão no ponto de injeção, de acordo com a vazão de injeção requerida.
- Durante a injeção da solução, recomenda-se não mais agitar a solução no tanque de sucção, para que impurezas ou resíduo dos fertilizantes não sejam injetados no sistema de irrigação.

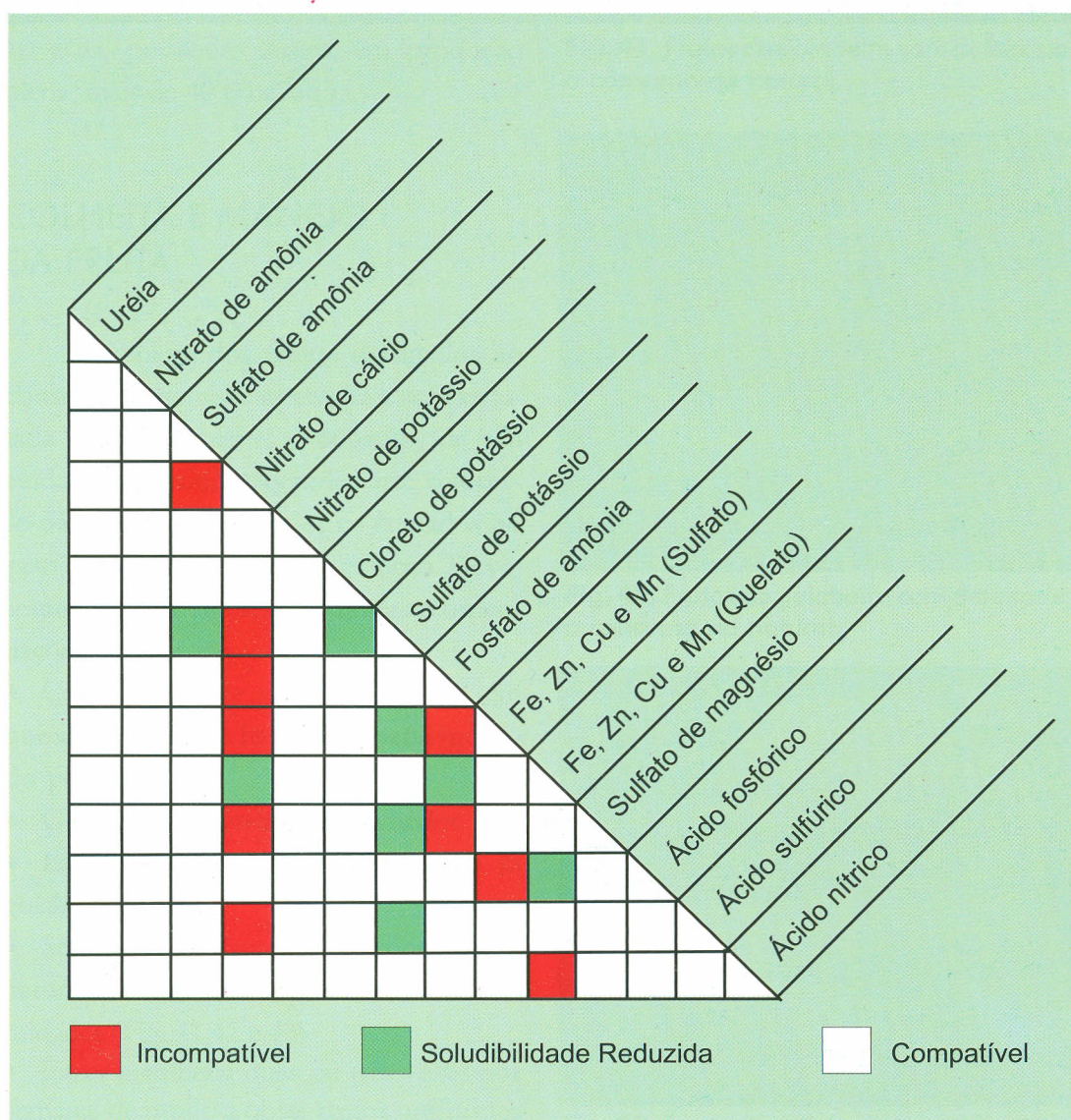


Fig. 40. Compatibilidade entre vários tipos de fertilizantes minerais quando solubilizados em água e misturados num mesmo recipiente.

Fonte: Landis et al., 1989, citado por Villas Boas et al., 1999.

Informações específicas referentes à preparação de soluções de alguns fertilizantes

- Para a uréia e/ou sulfato de amônio, recomendam-se 20 minutos de agitação e mais 10 minutos de repouso no tanque de dissolução.
 - Para o cloreto de potássio, recomendam-se 20 minutos de agitação, quebrar os torrões que por ventura sejam formados no fundo do tanque, reiniciar o processo de agitação por mais 20 a 30 minutos e deixar em repouso, também, durante 20 a 30 minutos, enquanto se procede à retirada da espuma gelatinosa sobrenadante.
 - Para o MAP, recomendam-se 20 minutos de agitação, quebrar os torrões que por ventura sejam formados no fundo do tanque, reiniciar a agitação por mais 40 minutos, e deixar em repouso, no mínimo, durante 6 horas. O ideal é preparar a solução no dia anterior à sua injeção no sistema.
 - Para nitrato de cálcio, devem-se seguir os mesmos procedimentos recomendados ao MAP, além de proceder-se à retirada do gel sobrenadante.
 - Para os demais fertilizantes, à exceção dos líquidos, as maneiras de preparação das respectivas soluções deverão enquadrar-se num dos procedimentos descritos acima, com alguns ajustes.
-