



Irrigação da cultura da videira

José Monteiro Soares¹
Francisco Fernandes da Costa²

¹Engº Agrº, M.Sc., Embrapa Semi-Árido, Cx. Postal 23, 56300-970 Petrolina-PE.
e-mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br

²Engº Agrº, M.Sc., PROJETAR IRRIGAÇÃO LTDA; Av. Monsenhor Ângelo Sampaio, 52 - Vila Eduardo, CEP 56300-000 - Petrolina-PE. Fone/Fax (0xx81) 864-4010.
e-mail: projetar@netcap.com.br

8.1. INTRODUÇÃO

A irrigação da cultura da videira compreende cinco segmentos distintos, tais como: escolha do sistema de irrigação, planejamento da irrigação, manejo de água, comportamento do sistema radicular e integração entre manejo de água, manejo de nutrientes via água de irrigação e sistema radicular.

Cada um desses temas será discutido separadamente, como segue:

8.2. PLANEJAMENTO DA IRRIGAÇÃO

O planejamento da irrigação de uma área compreende uma série de etapas importantes: os estudos básicos da área, o plano de exploração agrícola e outras informações no que diz respeito à infra-estrutura disponível na área.

O planejamento de um projeto de irrigação deve ser feito de modo que possibilite a obtenção de produções rentáveis, produtos com a qualidade exigida pelos mercados consumidores, que conservem a capacidade produtiva dos solos e condicionem uma operacionalização adequada do sistema de irrigação.

Dentre os principais fatores que compõem o planejamento da irrigação podem-se destacar os estudos dos recursos hídricos, topográficos, pedológicos, climáticos, planejamento agrônômico das culturas a serem exploradas, escolha do sistema de irrigação e desenho e dimensionamento do projeto de irrigação.

8.2.1. 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, 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 mal concebido.

Geralmente, esses estudos são requeridos para propriedades com área a partir de 10 ha, devendo o projetista visitar a área antes da realização dos estudos, no sentido de discutir o detalhamento da execução dos trabalhos de campo, pois um projeto mal concebido poderá trazer sérios problemas para a operacionalização do mesmo, podendo, inclusive, inviabilizá-lo num futuro bem próximo. As correções de projetos mal concebidos poderão ser feitas parcial ou totalmente, mas os custos adicionais poderão ser superiores aos custos necessários para elaboração e execução de um projeto bem delineado.

Essas exigências decorrem dos elevados investimentos, que geralmente são feitos para a implantação de projetos de irrigação.

Dentre os fatores a serem considerados, podem-se destacar os seguintes: recursos hídricos, levantamento planialtimétrico, levantamento pedológico, estudo climático e plano de exploração agrícola do projeto.

8.2.1.1. 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.

A vazão ou o volume de água disponível para irrigação, também, é de fundamental importância para a elaboração de projetos de irrigação, cujas informações são características de cada tipo de fonte de água, como especificadas a seguir.

Em casos de cursos de água, como rios e riachos, deve-se informar, ou mesmo determinar, as vazões mínimas disponíveis no período mais seco do ano, considerando se essas fontes são de uso comunitário ou não.

Para o caso de poços, determinar a vazão disponível no período de maior escassez hídrica, quando o nível dinâmico atingir o valor mais baixo. Deve-se informar, também, o diâmetro do poço e os níveis estático e dinâmico da água. Para o caso de poços artesianos e semi-artesianos, recomenda-se anexar aos estudos, as suas respectivas fichas técnicas.

Para açudes e barragens, faz-se necessário o cálculo do volume anual de água disponível para irrigação. Deve-se ressaltar que para a obtenção desse volume, tem que se levar em consideração as perdas por evaporação e por infiltração e os volumes requeridos para os consumos humano e animal. Em caso de propriedades localizadas à jusante desses tipos de fontes de água, mas que dependem apenas da vazão liberada por essas fontes, além do volume disponível, informar, também, a vazão no período de maior escassez hídrica e se esta é destinada para uso comunitário ou não.

Em caso de rede hidráulica comunitária, informar se a condução da água é feita através de canais ou tubulação pressurizada, bem como a vazão disponível por hectare, no ponto da tomada d'água, número de horas de funcionamento por dia, número de dias por semana e a pressão disponível no caso da existência de hidrantes.

As fontes de água sem limitações de vazão ou volume podem condicionar o dimensionamento de sistemas de irrigação com tempo de funcionamento ininterrupto de, pelo menos, 20h por dia, dependendo do método de irrigação e do nível de automatização escolhidos. Mas, quando as fontes apresentam restrições de vazão ou quando a distribuição de água obedece a um calendário ou demanda controlada, os sistemas de irrigação devem ser projetados para funcionar o maior número de horas possíveis por dia, visando a redução dos custos de investimentos e de operação. Em alguns casos, deve-se analisar a possibilidade da construção de reservatórios em pontos estratégicos da propriedade, no sentido de minimizar esses custos.

O potencial hídrico ao longo do ano, também, deve ser levado em consideração, no sentido de determinar 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, incrustações no sistema de bombeamento e de condução de água, obstrução dos emissores de água, e

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

Segundo Ayres & Westcot (1991), a análise qualitativa da água de irrigação compreende, principalmente, as características físicas e químicas. As características físicas referem-se aos sólidos orgânicos e inorgânicos em suspensão na água. Dentre os sólidos orgânicos, podem-se destacar a matéria orgânica e as plantas aquáticas, enquanto que os inorgânicos compreendem as partículas de solo, tais como areia, silte e argila.

O fornecimento dessas informações é de extrema importância para a escolha de estruturas de separação e de filtragem de água, dependendo do método de irrigação a ser utilizado.

As características químicas referem-se à potencialidade que a água tem de apresentar problemas para as propriedades físico-químicas dos solos e para a produção das culturas, bem como para o desempenho de sistemas de irrigação. A Tabela 1 apresenta os principais parâmetros, com as respectivas unidades e níveis de tolerância para irrigação.

As características biológicas da água, também, devem ser levadas em consideração, fornecendo-se informações sobre a presença ou não de algas, ovos e larvas de organismos aquáticos.

As análises de água devem ser feitas duas vezes por ano, sendo uma no período chuvoso e outra no período seco, no sentido de fornecer subsídios para ajustes na operacionalização dos sistemas de irrigação.

8.2.1.2. 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.

A Tabela 2 mostra algumas sugestões de escalas, tamanho de quadrículas e distância entre curvas de nível, em função do relevo para estudos de levantamento planialtimétrico e apresentação de mapas.

No mapa, devem 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 e 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.

Tabela 1. Parâmetros químicos necessários para a análise da água de irrigação e seus respectivos níveis de ocorrências 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 ânions			
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).

Tabela 2. Escalas, tamanho de quadrículas e distância entre curvas de nível para estudos de levantamentos planialtimétrico e apresentação de mapas em função do relevo.

Relevo 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

8.2.1.3. 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 física (granulometria, retenção e infiltração de água, profundidade e densidade) e química dos solos com as respectivas recomendações de adubação e correção, bem como estudos de suas aptidões para diferentes sistemas de manejo, incluindo as técnicas de conservação mais adequadas para cada condição específica de solo.

O mapeamento detalhado do solo deverá ser feito numa quadrícula máxima de 100m x 100m, com tradagens manuais até a profundidade de 2,50 m, enquanto que a abertura de perfis deverá ser feita em até dois pontos por unidade de mapeamento, à profundidade de até 2,50 m.

O levantamento pedológico detalhado deverá compreender a apresentação dos seguintes documentos:

- a) mapa das tradagens;
- b) mapa de solo;
- c) mapa de classes de terras para irrigação;
- d) relatórios descritivos compreendendo uma descrição geral da área, metodologias dos trabalhos de campo e de laboratório, descrição dos solos, classes de terras para irrigação, recomendações quanto ao uso dos métodos de irrigação e conclusões;
- e) fichas descritivas das tradagens e dos perfis, bem como outras informações que se considerem necessárias, devem ser também anexadas.

O levantamento pedológico detalhado é de extrema importância para localização das culturas que serão implantadas na propriedade, para definição do lay-out 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 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 esta se encontre com a mesma fase fenológica.

8.2.1.4. Estudo climático

O estudo detalhado dos elementos climáticos, tais como precipitação, 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 efeito de dimensionamento de projetos, seja calculada de acordo com uma das metodologias indicadas a seguir:

a) 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 3);

T = temperatura média mensal (°C);

UR = Umidade relativa média do ar (%).

Tabela 3. 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

Fonte: Hargreaves (1974).

b) Cálculo da evapotranspiração de referência, pela fórmula de Garcia Benavides & Lopez Diaz (1970)

$$E_{to} = 1,21 \times 10 \left(\exp. \frac{7,45 T}{234,7 + T} \right) \times (1 - 0,01 UR) + 0,21 T - 2,30$$

em que:

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

T = temperatura média do ar (°C);

UR = Umidade relativa média do ar (%).

O cálculo da evapotranspiração de referência, através da metodologia de Garcia Benavides & Lopez Diaz (1970), pode ser feito através da fórmula mencionada anteriormente ou através da Tabela 4. Essa metodologia apresenta uma correlação de 86% em relação à evapotranspiração potencial medida, portanto, superior à correlação obtida com a fórmula de Hargreaves.

Tabela 4. Cálculo da evapotranspiração de referência (mm/dia) para informações distintas de temperatura T (°C) e de umidade relativa do ar (%).

Temperatura (C)	Umidade relativa (%)														
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
15,0	3,20	3,13	3,06	2,99	2,93	2,86	2,79	2,72	2,66	2,59	2,52	2,45	2,38	2,38	2,25
15,5	3,38	3,25	3,24	3,17	3,10	3,03	2,96	2,89	2,82	2,75	2,68	2,61	2,54	2,47	2,40
16,0	3,56	3,49	3,42	3,35	3,28	3,20	3,13	3,06	2,99	2,91	2,84	2,77	2,70	2,62	2,55
16,5	3,75	3,67	3,60	3,53	3,45	3,37	3,30	3,23	3,15	3,08	3,00	2,93	2,86	2,78	2,70
17,0	3,94	3,86	3,79	3,71	3,63	3,55	3,49	3,40	3,32	3,25	3,17	3,09	3,02	2,94	2,86
17,5	4,13	4,05	3,97	3,89	3,81	3,73	3,65	3,57	3,49	3,42	3,33	3,25	3,18	3,10	3,03
18,0	4,32	4,24	4,17	4,08	4,00	3,91	3,83	3,75	3,62	3,54	3,46	3,38	3,30	3,22	3,14
18,5	4,52	4,43	4,37	4,27	4,18	4,09	4,01	3,93	3,76	3,67	3,59	3,50	3,42	3,34	3,25
19,0	4,72	4,63	4,54	4,46	4,37	4,29	4,19	4,11	4,02	3,93	3,85	3,76	3,67	3,67	3,58
19,5	4,92	4,83	4,74	4,65	4,55	4,47	4,39	4,29	4,20	4,16	4,02	3,93	3,84	3,75	3,66
20,0	5,12	5,03	4,94	4,85	4,75	4,65	4,57	4,47	4,38	4,29	4,19	4,10	4,01	3,92	3,82
20,5	5,33	5,23	5,14	5,04	4,94	4,85	4,75	4,66	4,56	4,47	4,37	4,27	4,18	4,08	3,99
21,0	5,54	5,44	5,34	5,24	5,14	5,05	4,95	4,85	4,75	4,65	4,55	4,45	4,35	4,25	4,16
21,5	5,75	5,65	5,55	5,54	5,34	5,24	5,14	5,04	4,94	4,83	4,73	4,63	4,53	4,42	4,33
22,0	5,97	5,85	5,76	5,65	5,55	5,44	5,34	5,23	5,13	5,02	4,92	4,81	4,71	4,60	4,50
22,5	6,19	6,08	5,97	5,86	5,75	5,64	5,54	5,43	5,32	5,21	5,10	4,99	4,89	4,77	4,67
23,0	6,41	6,30	6,18	6,07	5,95	5,85	5,74	5,63	5,51	5,40	5,29	5,18	5,07	4,95	4,84
23,5	6,63	6,52	6,40	6,28	6,17	6,07	5,94	5,83	5,71	5,59	5,48	5,36	5,25	5,13	5,02
24,0	6,85	6,74	6,62	6,50	6,38	6,27	6,15	6,03	5,91	5,79	5,67	5,55	5,43	5,32	5,20
24,5	7,09	6,97	6,84	6,72	6,60	6,48	6,35	6,23	6,11	5,92	5,86	5,74	5,62	5,50	5,38
25,0	7,32	7,20	7,07	6,95	6,82	6,69	6,57	6,44	6,32	6,16	6,06	5,94	5,81	5,69	5,56
25,5	7,56	7,43	7,31	7,17	7,04	6,91	6,78	6,65	6,52	6,39	6,26	6,13	6,00	5,87	5,74
26,0	7,80	7,67	7,54	7,40	7,27	7,13	7,00	6,87	6,73	6,60	6,47	6,33	6,20	6,06	5,93
26,5	8,05	7,91	7,77	7,63	7,50	7,36	7,22	7,08	6,94	6,81	6,67	6,53	6,39	6,25	6,12
27,0	8,30	8,16	8,01	7,87	7,73	7,59	7,45	7,30	7,16	7,02	6,88	6,74	6,59	6,45	6,31
27,5	8,55	8,40	8,25	8,06	7,96	7,82	7,67	7,52	7,38	7,23	7,09	6,94	6,79	6,65	6,50
28,0	8,81	8,65	8,54	8,35	8,20	8,05	7,90	7,75	7,60	7,45	7,30	7,15	7,00	6,85	6,70
28,5	9,07	8,91	8,75	8,60	8,44	8,29	8,18	7,98	7,82	7,67	7,51	7,36	7,21	7,05	6,90
29,0	9,33	9,17	9,01	8,85	8,69	8,53	8,37	8,21	8,05	7,89	7,73	7,57	7,42	7,26	7,10
29,5	9,60	9,43	9,27	9,10	8,94	8,77	8,61	8,45	8,28	8,12	7,97	7,79	7,63	7,46	7,30
30,0	9,87	9,70	9,53	9,36	9,19	9,02	8,86	8,69	8,52	8,36	8,18	8,01	7,74	7,67	7,50

Fonte: Garcia Benavides & Lopez Diaz (1970).

Continuação

Tabela 4. Cálculo da evapotranspiração de referência (mm/dia) para informações distintas de temperatura T (°C) e de umidade relativa do ar (%).

Tempe- ratura (C)	Umidade relativa (%)														
	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
15,0	2,18	2,11	2,05	1,98	1,91	1,84	1,77	1,71	1,64	1,57	1,50	1,44	1,37	1,30	1,23
15,5	2,33	2,26	2,19	2,12	2,05	1,98	1,91	1,84	1,77	1,70	1,63	1,56	1,49	1,42	1,35
16,0	2,48	2,41	2,34	2,26	2,19	2,12	2,05	1,97	1,90	1,83	1,76	1,69	1,61	1,51	1,47
16,5	2,63	2,56	2,48	2,41	2,34	2,26	2,13	2,10	2,03	1,96	1,88	1,81	1,73	1,66	1,59
17,0	2,78	2,71	2,63	2,55	2,48	2,40	2,32	2,24	2,17	2,09	2,01	1,94	1,86	1,78	1,71
17,5	2,93	2,86	2,78	2,70	2,62	2,54	2,46	2,38	2,30	2,22	2,14	2,06	1,98	1,90	1,82
18,0	3,09	3,01	2,93	2,85	2,77	2,68	2,60	2,52	2,44	2,35	2,27	2,19	2,11	2,03	1,94
18,5	3,16	3,08	3,00	2,91	2,82	2,74	2,66	2,57	2,48	2,40	2,32	2,23	2,15	2,10	2,06
19,0	3,50	3,41	3,32	3,15	3,06	2,97	2,88	2,80	2,71	2,62	2,53	2,45	2,36	2,27	2,18
19,5	3,57	3,48	3,38	3,30	3,21	3,11	3,02	2,94	2,85	2,75	2,66	2,58	2,48	2,39	2,30
20,0	3,73	3,64	3,54	3,45	3,36	3,26	3,17	3,08	2,99	2,89	2,80	2,71	2,61	2,52	2,43
20,5	3,89	3,80	3,70	3,60	3,51	3,41	3,31	3,22	3,12	3,03	2,93	2,84	2,74	2,64	2,55
21,0	4,06	3,95	3,86	3,76	3,66	3,59	3,46	3,36	3,26	3,17	3,07	2,97	2,87	2,77	2,67
21,5	4,22	4,12	4,02	3,91	3,81	3,71	3,61	3,50	3,40	3,30	3,20	3,10	3,00	2,89	2,79
22,0	4,39	4,28	4,18	4,01	3,97	3,86	3,76	3,65	3,55	3,44	3,34	3,23	3,13	3,02	2,92
22,5	4,56	4,45	4,34	4,23	4,12	4,01	3,90	3,80	3,69	3,58	3,47	3,36	3,26	3,15	3,04
23,0	4,73	4,62	4,51	4,40	4,28	4,17	4,06	3,95	3,84	3,72	3,61	3,50	3,39	3,28	3,17
23,5	4,90	4,79	4,67	4,56	4,44	4,32	4,21	4,10	3,98	3,86	3,75	3,63	3,52	3,40	3,29
24,0	5,08	4,95	4,84	4,72	4,60	4,48	4,37	4,25	4,13	4,01	3,89	3,77	3,65	3,53	3,42
24,5	5,25	5,13	5,01	4,89	4,76	4,64	4,52	4,40	4,28	4,15	4,03	3,91	3,78	3,66	3,54
25,0	5,43	5,31	5,18	5,06	4,93	4,80	4,68	4,55	4,43	4,30	4,17	4,05	3,92	3,79	3,67
25,5	5,61	5,48	5,35	5,23	5,09	4,96	4,83	4,70	4,58	4,44	4,31	4,19	4,05	3,92	3,70
26,0	5,80	5,66	5,53	5,40	5,23	5,13	4,99	4,86	4,73	4,59	4,46	4,33	4,19	4,06	3,92
26,5	5,98	5,84	5,70	5,57	5,43	5,29	5,10	5,01	4,88	4,74	4,60	4,47	4,32	4,19	4,09
27,0	6,17	6,03	5,88	5,74	5,60	5,46	5,32	5,17	5,03	4,89	4,75	4,61	4,46	4,32	4,18
27,5	6,36	6,21	6,06	5,92	5,77	5,63	5,48	5,33	5,18	5,04	4,89	4,75	4,60	4,45	4,31
28,0	6,55	6,40	6,25	6,07	5,95	5,80	5,65	5,49	5,34	5,19	5,04	4,89	4,74	4,59	4,44
28,5	6,74	6,59	6,43	6,26	6,12	5,97	5,81	5,65	5,50	5,34	5,19	5,03	4,87	4,72	4,57
29,0	6,94	6,78	6,52	6,46	6,30	6,14	5,98	5,82	5,66	5,50	5,34	5,18	5,02	4,86	4,70
29,5	7,13	6,97	6,81	6,64	6,48	6,31	6,16	5,98	5,82	5,65	5,49	5,33	5,16	5,00	4,83
30,0	7,33	7,17	7,00	6,83	6,66	6,49	6,32	6,15	5,98	5,81	5,64	5,48	5,31	5,14	4,97

Fonte: Garcia Benavides & Lopez Diaz (1970).

c) 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 5);

E_t = Evaporação do tanque classe A.

Tabela 5. Fator de tanque classe A (K_p) 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 barravento.

Fonte: Doorenbos & Kassan (1994).

d) Cálculo da precipitação efetiva

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

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

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

em que:

P_e = Precipitação efetiva (mm);

$f(D)$ = Fator de correção (Tabela 6);

P = Precipitação mensal (mm);

D = Capacidade de armazenamento do solo (mm).

Tabela 6. Série de 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
Precipitação efetiva média mensal (mm) para D = 75mm																
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).

e) 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).

8.2.1.5. Plano de exploração agrícola do projeto

O planejamento agrônômico da cultura da videira 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 com sua equipe técnica, no sentido de definir os seguintes elementos: a) variedades, espaçamentos e plano de escalonamento da produção; b) culturas de consórcio; c) 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 numa discussão em conjunto, envolvendo o projetista, os técnicos que realizaram os levantamentos planialtimétrico e pedológico e o proprietário com sua equipe técnica. Por ocasião dessa discussão, é que 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. Deve-se, também, levar em consideração uma série de interações, podendo-se destacar dentre elas, as seguintes:

a) localização de quebra-ventos e posicionamento das fileiras de plantas - é função da direção e da velocidade do vento, com a finalidade de minimizar os danos causados pelo vento, tais como: movimentação da folhagem das plantas; o atrito entre frutos, principalmente na fase de desenvolvimento, em que a poeira que se acumula no cacho provoca efeito cortante na superfície dos frutos, assim como a ingestão de agroquímicos pelo homem, por ocasião das pulverizações dos pomares;

b) definição das dimensões (número e comprimento das fileiras) das unidades de produção, em função do ciclo fenológico, do plano de produção e da área do projeto. Considerando que o ciclo de produção da videira oscila em torno de 120 dias, com um período de repouso fenológico entre 30 e 60 dias, faz-se necessário subdividir a área desta cultura com base em um fator, que pode variar de 19 a 22, de modo a escalonar-se a produção o ano inteiro, em função das demandas de mercado e da força efetiva de recursos humanos disponíveis na propriedade;

c) arranjo das unidades operacionais de rega em função das unidades de mapeamento de solo;

d) localização das adutoras principais e secundárias das estações de bombeamento e dos cabeçais de controle, dependendo dos sistemas de irrigação selecionados e do formato da área;

e) localização do sistema de drenagem, em função da drenagem natural existente na propriedade.

8.2.1.6. Outras Informações

Dentre outras informações necessárias, podem-se mencionar o tipo de energia disponível na propriedade, a potência instalada e a jornada de trabalho diária e mensal.

8.3. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DA VIDEIRA

Segundo Scaloppi (1986), a escolha de cada um dos sistemas de irrigação depende de uma série de fatores técnicos, econômicos e culturais, concernentes a cada condição específica. Dentre os fatores técnicos, destacam-se os seguintes: 1) recursos hídricos (potencial hídrico, situação topográfica, qualidade e custo da água); 2) topografia; 3) solos (características pedológicas, retenção de água, infiltração, características químicas, forma das manchas do solo e profundidade); 4) clima (precipitação, vento e umidade relativa); 5) cultura (exigências agrônômicas e valor econômico); 6) aspectos econômicos (custos iniciais, operacionais e de manutenção); 7) fatores humanos (nível educacional, poder aquisitivo, tradição e outros).

De um modo geral, a cultura da videira pode ser explorada sob os sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão, aspersão e por sulcos, sendo que os sistemas de irrigação por gotejamento e por sulcos são indicados para solos argilo-arenosos e argilosos, enquanto que os sistemas por aspersão e por microaspersão são mais adequados para solos arenosos e areno-argilosos.

Nas áreas irrigadas da região do Submédio São Francisco, existe, atualmente, instalada uma série de modelos de gotejadores e de microaspersores de fabricação nacional e importados, cujas características hidráulicas são bastante distintas. Tem-se constatado o uso de gotejadores com vazão variando entre 2,0 e 4,0 l/h, arrançados com uma ou duas linhas laterais por fileira de planta, em solos arenosos e com apenas uma linha em solos argilosos. Tem-se constatado, também, o uso de microaspersores autocompensantes e não compensantes, com vazões que variam de 20 a 120 l/h, com raios de alcance bastante distintos. Dentre essas variações de concepção de projetos, tem-se verificado muitos acertos, mas, também, erros grosseiros.

No pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, tornou-se muito comum a pergunta "**Qual o melhor sistema de irrigação para videira: o gotejamento ou a microaspersão?**". Este é um questionamento atual, demandado por produtores, novos empresários, técnicos e agrônomos em relação à cultura da videira, todos ávidos por uma resposta convincente para uma tomada de decisão correta. Se é tão presente esse questionamento, ele existe na verdade, porque a pesquisa e a prática da irrigação em videira nesta região têm mostrado, com muita frequência, exemplos positivos e negativos do emprego desses dois sistemas de irrigação, não se podendo associar, porém, o sucesso da videira irrigada a um ou a outro sistema de irrigação.

A seguir, faz-se a discussão de uma série de características específicas de cada sistema de irrigação, pois são essas características que devem orientar a escolha do sistema de irrigação para a cultura da videira.

8.3.1. Sistema de Irrigação por Gotejamento

A irrigação por gotejamento se caracteriza pela aplicação da 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, cuja forma e dimensões dependem da vazão do emissor, do volume de água aplicado por irrigação, da textura e perfil do solo (Figura 1).

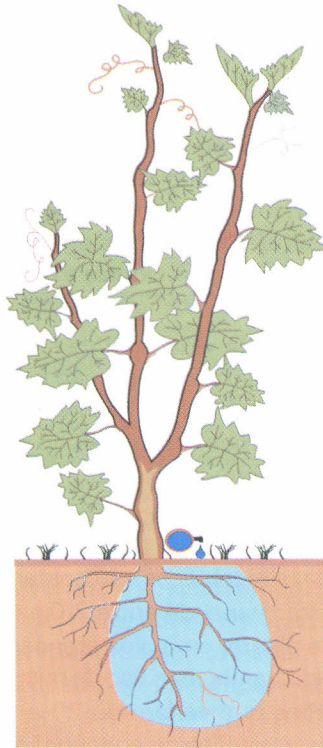


Fig. 1. Comportamento do bulbo molhado e distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por gotejamento.


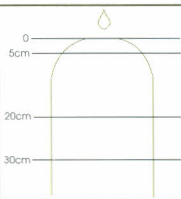
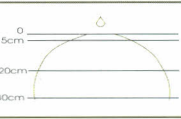
O bulbo molhado é de fundamental importância para a escolha do método de irrigação por gotejamento, uma vez que influi diretamente no dimensionamento do sistema e no manejo de água. Devido à grande variação pedológica dos solos do Nordeste brasileiro, especialmente do Submédio São Francisco, recomenda-se 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 por 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).

As experiências de campo com a cultura da videira na região semi-árida do Nordeste brasileiro têm mostrado que a concentração do seu sistema radicular é bastante intensa até 30 cm de profundidade, principalmente, na camada de 0 a 20 cm. Desse modo, deve-se dar uma atenção especial às formas e dimensões do bulbo molhado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, conforme Quadro 1.

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

Quadro 1. Formas e dimensões de bulbos molhados mais comuns nos solos irrigados do semi-árido brasileiro.

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 60 cm até 140cm > 140cm	>60cm >140cm >180cm	Solos com camada 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 recaírem em "A", recomenda-se gotejo 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 mesmo com uma só linha por fileira de plantas.
	5 20 30	< 40 cm <100cm >140cm	< 70 cm < 140cm < 150cm	Areias Quartzosas: Ocorrem as dimensões "A", quando a percentagem de areia grossa é maior que a % de areia fina. Ocorrem as dimensões "B", quando a situação é contrária.	Não se recomenda gotejamento. Apenas 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 argilosos e franco-argilosos sem gradiente textural na superfície.	Adequados para gotejamento. Se apresentarem vocação para compactação, deve-se evitar a escolha da microaspersão ou aspersão.

Segundo Keller (1978), citado por Curso (1981), não se tem estabelecido um valor mínimo absoluto para a percentagem de área molhada por planta. Para regiões com baixa precipitação, esse parâmetro pode variar entre 33 e 50% da área ocupada pela planta.

Em estudos realizados nas áreas cultivadas com videira na região do Submédio São Francisco, tem-se constatado que a percentagem de área molhada por planta, sob irrigação por gotejamento, tem variado de 30 a 46% (Tabela 7). Tem-se observado, em algumas fazendas da região, que o dimensionamento de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizando uma linha lateral por fileira de plantas, cuja percentagem de área molhada é inferior a 25%, tem resultado na paralisação do crescimento das plantas e, conseqüentemente, na redução da produtividade da videira, quando a planta atinge, em média, a idade de três anos. Para a solução desse problema, tem-se observado que o produtor mantém o sistema de irrigação como foi concebido e instala uma segunda linha de emissores por fileira de plantas. Isto traz, como conseqüências, o redimensionamento de todo o sistema de irrigação, bem como, a substituição das linhas primárias, secundárias e terciárias por outras de diâmetros maiores.

É necessário registrar, também, que parte das aplicações desse sistema de irrigação é influenciada por fortes interesses comerciais das indústrias e das empresas de projetos e vendas de equipamentos. Como tem crescido muito a oferta de sistemas de irrigação por microaspersão, com os mais variados modelos, as indústrias e seus representantes tentam passar a opinião de que essa tecnologia é a melhor, não importando o tipo de solo, água ou outras condições específicas.

Tabela 7. Percentagem de área molhada por planta na cultura da videira sob irrigação por gotejamento, na região do Submédio São Francisco.

Tipo de solo	Espaçamento entre emissores (m)	No. de linhas laterais/fileira	Percentagem de área molhada por planta em relação à profundidade		
			20 cm	40 cm	60 cm
PV1	1,25	1	30	40	40
PV1	1,25	1	30	35	35
PV2	1,25	1	40	46	-

Tem-se observado, nos parreirais irrigados por gotejamento na região do Submédio São Francisco, que quanto maior é a área umedecida na camada superficial do solo (0 a 20cm), melhor tem sido o desempenho da cultura. Ou seja, os resultados de produtividade e de qualidade dos frutos só têm alcançado níveis satisfatórios quando a percentagem de área molhada por planta, a 20 cm de profundidade, é superior a 40%.

Tem-se observado, também, que o gotejamento oferece, nos meses mais quentes do ano, dificuldade para o atingimento do tamanho de baga ideal na variedade Itália. Já para a variedade Red Globe, não tem se constituído problema. Por outro lado, não se conhece ainda o comportamento das variedades sem sementes.

Soares & Nascimento (1995a), em trabalho realizado em Latossolo Vermelho-Amarelo, para avaliar a influência da percentagem de área molhada por planta em videira, sob irrigação por gotejamento, utilizando uma e duas linhas por fileira de plantas e emissores com vazão de 2,3 e de 4,0 l/h, não constataram diferença significativa na produtividade dos frutos.

Geralmente, as linhas laterais são posicionadas na superfície do solo, tornando-as mais susceptíveis a danos mecânicos. Estes podem ser minimizados, suspendendo-se as linhas laterais de 30 a 40 cm acima da superfície do solo, através de um fio de arame galvanizado, fixado nas estacas de madeira que fazem a sustentação da latada (Figura 2). Tem-se observado, em algumas propriedades, que as linhas laterais têm sido suspensas até o teto da latada, visando o aumento do bulbo molhado, devido à maior dispersão ou repartição da gota de água quando esta alcança a superfície do solo (Figura 3). Essa prática tem realmente se mostrado muito efetiva na ampliação da percentagem de área molhada na camada superficial do solo, o que é muito importante para a cultura da videira. A suspensão das linhas de gotejo apresenta-se, também, como solução para evitar que as mesmas sejam perfuradas pela broca que vive no solo e que ataca os ramos secos da videira que permanecem no solo por ocasião da poda.



Fig. 2. Linha lateral suspensa de 30 a 40 cm em relação à superfície do solo e fixada a um fio de arame que também é fixado nas estacas da latada.

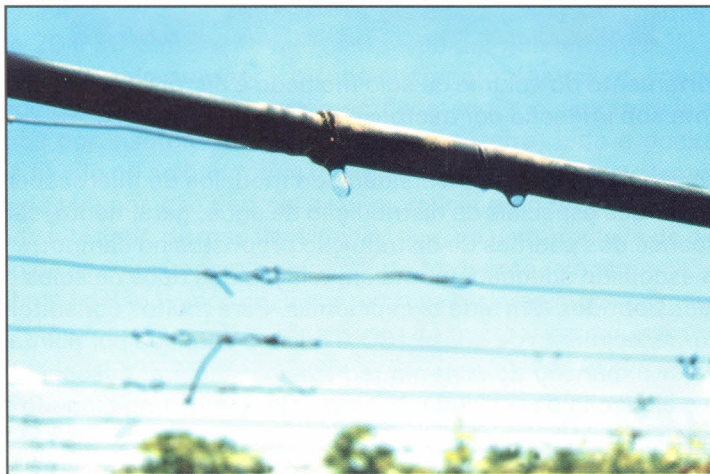


Fig. 3. Linha lateral suspensa no teto da latada.

8.3.2. 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 (Figura 4).

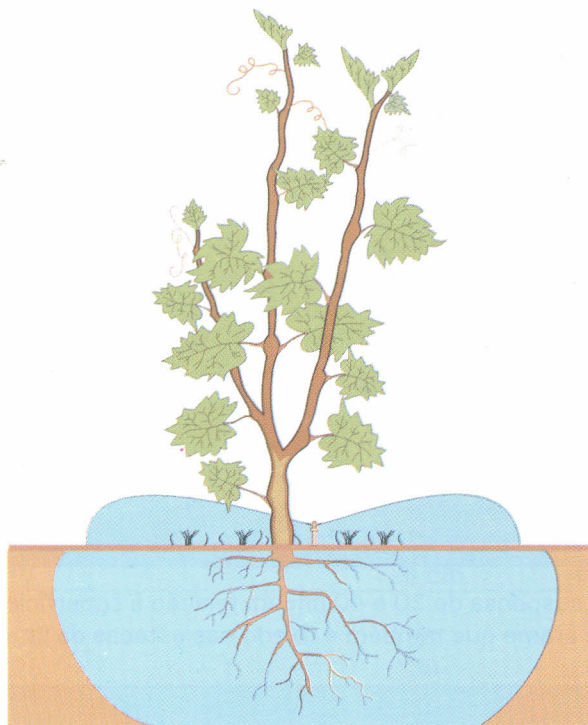


Fig. 4. Comportamento do volume de solo molhado e distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por microaspersão.

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.

Quando escolhido adequadamente em relação aos tipos de solos e bem manejados, os resultados obtidos têm sido excepcionais. Para muitos consultores, técnicos e produtores, o umedecimento de quase 100% da área ocupada por planta tem proporcionado uma maior expansão do sistema radicular da videira, associada à redução da temperatura e à elevação da umidade do ambiente e tem condicionado a obtenção de uvas de melhor qualidade, principalmente nos ciclos de produção do segundo semestre (setembro a dezembro), quando comparado com outros sistemas de irrigação.

É preciso registrar, também, que parte das aplicações desse sistema de irrigação é influenciada por fortes interesses comerciais das indústrias e das empresas de projetos e vendas de equipamentos.

Dentre os parâmetros a serem utilizados para a escolha do sistema de irrigação por microaspersão, destacam-se:

a) vazão do emissor - o uso de emissores com vazão superior a 60 l/h tende a encarecer demasiadamente o custo do sistema de irrigação. Como os emissores de fabricação nacional, tais como, Dantas (MA 070 e MA 120), Asbrasil (com bailarina, com difusores circular e setorial) e Jatíssimo, dentre outros, saíram de linha, atualmente predominam no mercado, emissores autorreguláveis importados, tais como Dan Sprinkler 2001, Naan e Rain-Bird QN, dentre outros, com vazão variando de 20 a 57 l/h, com vários padrões de distribuição de água;

b) raio de alcance do emissor - o uso de emissores com raio efetivo inferior a 1,50 m, também, implica em aumento do custo do sistema de irrigação, em decorrência do maior número de emissores por linha lateral;

c) intensidade de aplicação ao longo do raio - de um modo geral, os catálogos técnicos não apresentam os gráficos mostrando o comportamento da intensidade de aplicação ao longo do raio, para cada pressão de serviço recomendada, pois um emissor pode ter vazão inferior a 50 l/h e um raio efetivo superior a 1,50 m, porém apresentar uma intensidade de aplicação bastante irregular ao longo do seu alcance. Essa característica pode comprometer o coeficiente de uniformidade de distribuição e, conseqüentemente, a eficiência do sistema de irrigação;

d) análise econômica - na escolha deste sistema de irrigação, também, devem ser levados em consideração, os seus custos adicionais, quando comparados, principalmente, ao sistema por gotejamento. Dentre os fatores responsáveis por esses custos adicionais, podem-se destacar os seguintes:

d.1) maior consumo de água e energia - como neste sistema de irrigação a água é aspergida no ar, e na cultura da videira a percentagem de área molhada por planta é de 100%, as perdas de água por evaporação podem chegar a 10%, o que também corresponde a uma redução da eficiência de aplicação quando comparada com o gotejamento. Além disso, o requerimento de pressão para o funcionamento dos emissores é cerca de 20 a 30% maior do que a irrigação por gotejamento.

d.2) manutenção do emissor - o funcionamento dos microaspersores, principalmente do "tipo bailarina", é frequentemente afetado, em decorrência da obstrução dos seus orifícios por insetos (formigas e aranhas), terra, lodo e poeira. Quando o microaspersor é fixado no solo, o toque mecânico provocado por pessoas e ferramentas pode tirá-lo de sua posição vertical e/ou o crescimento de ervas daninhas na sua proximidade pode interferir, de maneira significativa, na uniformidade de distribuição de água. Outro tipo de avaria que tem sido bastante frequente, em algumas propriedades da região do Submédio São Francisco, é que os trabalhadores, principalmente na fase de raleio da uva, tentam paralisar o funcionamento do microaspersor, para evitar que sejam constantemente molhados pela aspersão da água. Todos esses fatores implicam em manutenção bastante frequente.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o coeficiente de uniformidade para o sistema de irrigação por microaspersão deve variar de 75 a 80% para terrenos com declividade inferior a 2%, e de 65 a 75% para terrenos com declividade superior a 2%.

Nascimento et al. (1991) constataram, em testes de laboratório, variações bastante acentuadas no comportamento das intensidades de aplicação ao longo do raio efetivo, tanto dos microaspersores nacionais quanto de emissores importados, com base nas pressões de serviço, também determinadas em laboratório, como segue: microaspersor Dantas MA 070 - a intensidade de aplicação variou de 1 a 17 mm/h, sob a pressão de 1,50 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 85%; microaspersor Dantas MA 120 - a intensidade de aplicação variou de 1 a 22 mm/h, sob pressão de 1,50 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 72%; Jatíssimo - a intensidade de aplicação variou de 1 a 13 mm/h, sob pressão de 1,0 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 79%; Asbrasil com difusor circular - a intensidade de aplicação variou de 1 a 41 mm/h, sob pressão de 1,75 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 60%; Asbrasil com difusor setorial - a intensidade de aplicação variou de 1 a 40 mm/h, sob pressão de 1,0 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 84%; Soif - a intensidade de aplicação variou de 1 a 76 mm/h, sob pressão de 1,0 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 26%.

Desse modo, a área efetivamente molhada por um emissor depende do comportamento das intensidades de aplicação ao longo do seu raio, que, associadas ao número de emissores por planta, determinam a percentagem de área molhada por planta. Dependendo do microaspersor, a percentagem de área molhada por planta pode se apresentar bastante excessiva, durante os dois primeiros anos de desenvolvimento da planta.

Soares & Nascimento (1995b), estudando o desempenho do microaspersor tipo bailarina (Dan Sprinkler 2001), considerando o seu posicionamento em relação ao solo, não obtiveram diferença significativa para o emissor fixado no solo (Figura 5), ou suspenso na latada em posição invertida (Figura 6). De qualquer maneira, tanto a uniformidade de distribuição de lâmina de água precipitada (61,45%) quanto a eficiência de irrigação (45,45%) do sistema de irrigação com emissores suspensos foram ligeiramente superiores às do sistema fixado no solo, cuja uniformidade de distribuição foi de 57,61% e eficiência de irrigação 42,23%. Fazendo-se uma análise da distribuição de água, em termos de percentagem de área com excesso ou deficiência de água, em cada um dos sistemas de irrigação, pode-se verificar no sistema com microaspersor posicionado no solo, que as percentagens de áreas molhadas com água em excesso, média e em deficiência foram da ordem de 30,91, 20,47 e 48,62%, respectivamente, enquanto que no sistema com microaspersor suspenso, os valores corresponderam a 26,78, 28,5 e 44,67%.

Não se tem informações sobre o desempenho de emissores tipo difusores com relação ao seu posicionamento em relação ao solo, uma vez que são emissores que condicionam um maior grau de pulverização do jato de água, tornando-se mais suscetíveis à influência do vento, principalmente, quando o emissor se encontrar suspenso na latada.

Um dos fatores que podem exercer grande influência no padrão de distribuição de água, é a interseção das ervas daninhas com os jatos de água.



Fig. 5. Microaspersor fixado na superfície do solo num parreiral.



Fig. 6. Microaspersor suspenso na latada e em posição invertida num parreiral.

8.3.3. Sistema de Irrigação por Aspersão

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

A aspersão do tipo sobcopa tem sido utilizada trazendo alguns transtornos para o manejo de água, em decorrência da interseção do jato de água com o caule das plantas e estacas da latada (Figura 7). Essa interferência na distribuição de água pode proporcionar a obtenção de baixos coeficientes de uniformidade de distribuição de água. A irrigação por aspersão tipo sobrecopa, também, é bastante afetada pela ação da velocidade do vento (Figura 8). Assim, tanto na irrigação sobrecopa quanto na sobcopa, há necessidade de ajustarem-se os calendários de irrigação e de pulverização, devido ao umedecimento excessivo da folhagem e dos cachos.

De acordo com Merriam et al. (1973), o coeficiente de uniformidade de Christiansen, para culturas perenes, com sistema radicular profundo e sob irrigação por aspersão, deve oscilar entre 70 e 82%.

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



Fig. 7. Aspersão com aspersor tipo sobcopa num parreiral.



Fig. 8. Aspersão com aspersor do tipo sobrecopa num parreiral.

8.3.4. Sistema de Irrigação por Sulcos

A irrigação por sulcos se caracteriza pela aplicação de água ao solo, através 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, utilizando sifões, deve ser utilizado em terrenos com declividade inferior a 0,5%, enquanto que o sistema de irrigação por sulcos, utilizando tubos janelados, pode ser usado em terrenos bastante acidentados, uma vez que a condução de água é feita através de tubulações.

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 percentagem de área molhada por planta pode ser duplicada após um ano de idade, abrindo-se um sulco de cada lado da fileira de plantas (Figura 9). Nos solos do tipo Latossolo, pode-se, ainda, abrir um segmento de sulco oblíquo aos sulcos principais, no sentido de aumentar o volume de solo molhado por planta (Figura 10).



Fig. 9. Fileira de plantas com um sulco de cada lado.



Fig. 10. Fileira de plantas com um sulco de cada lado e um segmento de sulco interligando os sulcos laterais.

Soares et al. (1994), avaliando o desempenho do sistema de irrigação por sulcos utilizando tubos janelados móveis em videira, em solos Podzólicos Bruno Amarelo a Amarelo Avermelhado Distrófico, constataram que as eficiências médias de aplicação e de distribuição foram da ordem de 41,37 e de 54,60%, respectivamente, e que as perdas de água por percolação profunda e por escoamento superficial foram de 44,41 e 14,22%, respectivamente.

Os sistemas de irrigação por sulcos podem se destacar como uma das alternativas à exploração de pequenas áreas, principalmente quando se utiliza sulcos parcialmente bloqueados ao longo do seu comprimento e no seu final, ou mesmo sulcos curtos, fechados e nivelados.

8.3.5. Apresentação do Projeto

Com base nas informações geradas pelos estudos básicos da propriedade e pelo desenho geral do projeto, é que o projetista deverá elaborar o "lay-out" do projeto de irrigação, envolvendo, de forma integrada, a infra-estrutura hidráulica, elétrica e viária.

8.3.5.1. Desenho do Sistema de Irrigação

A complexidade do detalhamento do "lay-out" das unidades operacionais e das unidades e subunidades de rega do projeto de irrigação tenderá a aumentar, principalmente, para sistemas de irrigação localizada, à medida que aumentar a área do projeto, o número de classes de terras para irrigação e o número de culturas e variedades envolvidas.

A localização das subunidades de rega deve ser feita de tal maneira que cada subunidade fique situada dentro de uma única mancha de solo. O arranjo das unidades operacionais de rega deve ser feito de modo que as necessidades hídricas, nutricionais e agrônomicas de uma cultura específica não sejam afetadas.

O dimensionamento hidráulico de sistemas de irrigação pressurizados deve ser feito de maneira a atender aos padrões de eficiências de irrigação e de coeficientes de uniformidade recomendados para cada tipo de sistema de irrigação.

Mas, por outro lado, esse grau de complexidade do desenho do projeto tende a tornar-se mais simples quando se utiliza sistemas de irrigação por aspersão ou por sulcos.

8.3.5.2. Apresentação Técnica do Projeto de Irrigação

A apresentação técnica do projeto de irrigação deverá compreender os seguintes pontos:

- a) escolha do método de irrigação e descrição do sistema;
- b) estudos básicos da propriedade;
- c) planejamento agrônomico da irrigação;
- d) dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação;
- e) informações para o processamento da análise econômica do projeto agrícola;
- f) fichas de dados técnicos.

8.4. MANEJO DE ÁGUA NA CULTURA DA VIDEIRA

A necessidade de água da videira 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, em muitas das propriedades desta 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, coeficiente de uniformidade e eficiência de aplicação, entre outros.

8.4.1. 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.

8.4.1.1. Aplicação da água no solo

O manejo da água aplicada ao solo, ao longo do ciclo vegetativo da videira, 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 transplântio das mudas só pode ser feito, quando o bulbo ou 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 com solo, bem como, do grau de fermentação do esterco. 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 transplântio das mudas, as irrigações devem ser feitas diariamente e o período de tempo 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, para as condições em que o sistema foi dimensionado. Recomenda-se, ainda, posicionar as linhas com gotejadores em relação à planta, de modo que o emissor coincida com a 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 (Figura 11). 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 videira foi transplantada. O microaspersor deve continuar nessa posição até o 6º 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 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, 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, pode-se utilizar culturas em consórcio com controle de ervas daninhas.

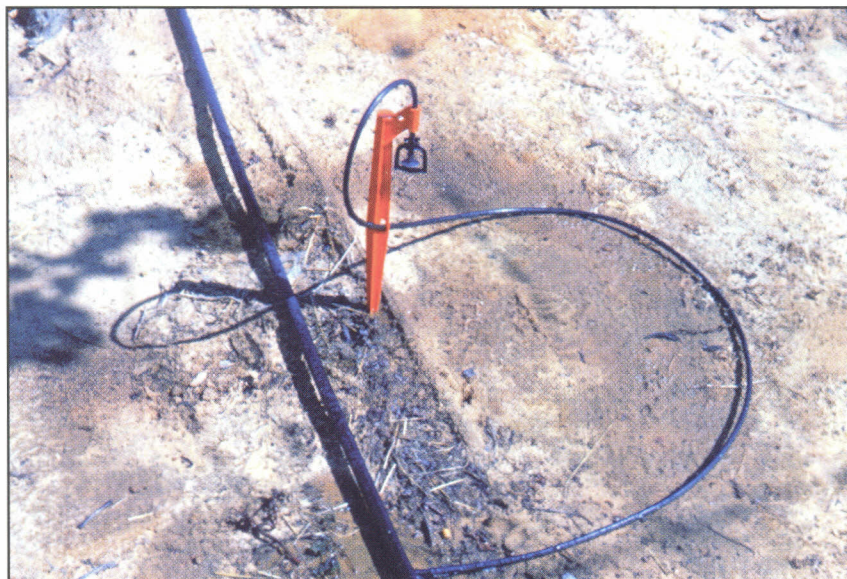


Fig. 11. Microaspersor invertido.

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;

c) período de enxertia a nível de campo - tem-se observado, no Submédio São Francisco, duas maneiras distintas de manejo de água na preparação do porta-enxerto, durante o período de 30 a 45 dias que antecedem a enxertia a nível de campo.

Na primeira maneira, muitos produtores mantêm as irrigações normais, atendendo plenamente às necessidades hídricas das plantas, enquanto outros aumentam ainda mais a lâmina de água aplicada nos últimos dias que antecedem a enxertia. A justificativa é que a planta tem que estar bem hidratada para facilitar o pegamento do enxerto.

A segunda maneira, completamente diferente da anterior, vem mostrando melhores resultados. Trata-se de suspender ou reduzir substancialmente as irrigações, no período de 30 a 45 dias que antecedem a enxertia. O estresse hídrico imposto, que, na maioria das vezes, condiciona a queda das folhas mais velhas, proporciona um melhor estado de maturação dos ramos a serem enxertados. Os produtores defensores desse manejo de água argumentam que a hidratação excessiva dos ramos tende a dificultar a cicatrização ou pega do enxerto, em decorrência do isolamento dos tecidos cortados.

Após a enxertia, a irrigação deve ser mantida normal, caso tenha sido deixado um ramo ladrão para absorver o excesso de seiva bruta extraída pelo sistema radicular. Caso contrário, recomenda-se minimizar o volume de água aplicado em cada irrigação.

d) período de produção - durante as irrigações seguintes, visando 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.

- 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);

$E_{t1, 2, 3... 7}$ = Evaporação diária (mm);

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

- Cálculo da lâmina de irrigação:

$$Lb = \frac{Kp \times Kc \times Etm \times KI}{CU}$$

em que:

Lb = Lâmina de irrigação (mm);

Kc = Coeficiente de cultura (Figuras 12 e 13);

Kp = Fator de tanque (Tabela 5);

Etm = Evaporação do tanque classe A média diária (mm). Ver Anexo I;

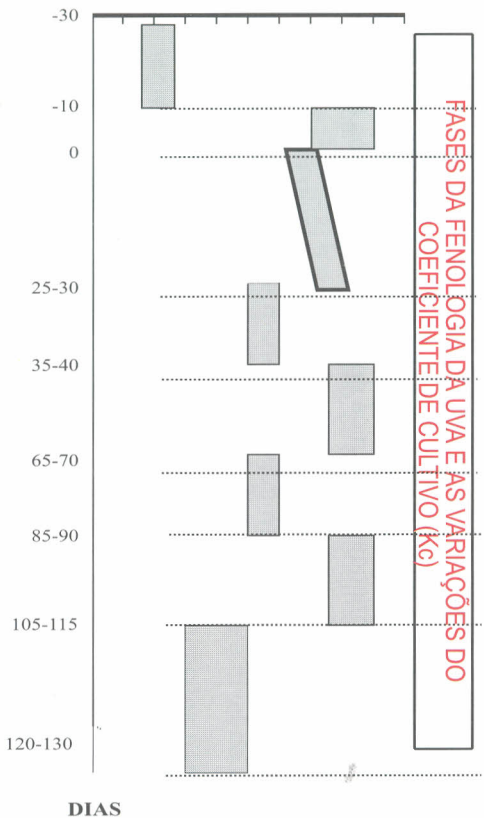
CU = Coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação (%), podendo, também, ser substituído pela eficiência de irrigação (%). Ver Anexo II;

KI = Efeito de localização. Para plantas com seis a nove meses de idade, utilizar valores de 0,40 a 0,60; para plantas com idade superior a um ano e meio, utilizar 1,0.

- Cálculo do tempo de irrigação

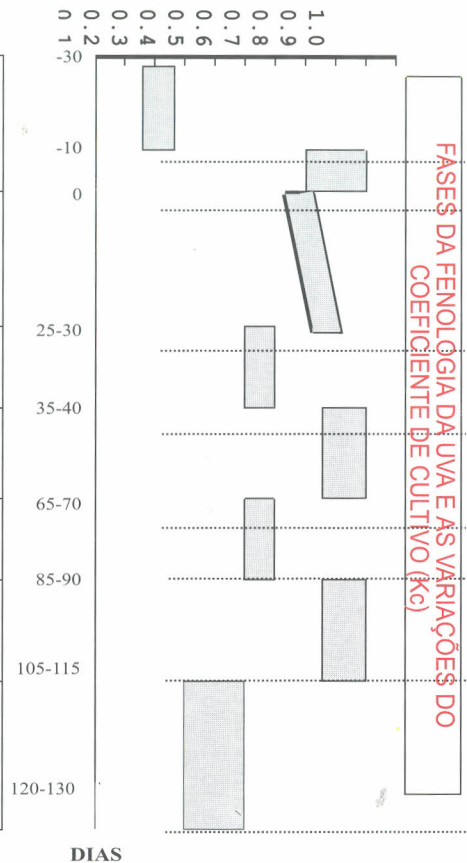
Com base nesses parâmetros e nas características hidráulicas do emissor, determina-se o tempo de irrigação por subunidade de rega, conforme fórmula a seguir, tempo este que será constante ao longo da semana seguinte.

$$Ti = \frac{Lb \times Ap}{n \times q}$$



Durante a fase que sucede a colheita, deve-se reduzir a lâmina de água aplicada a um valor mínimo ($K_c = 0,15$ a $0,25$), visando manter a planta verde, porém, não permitindo a emissão de brotos novos. Durante os 10 dias que antecedem a poda, elevar as lâminas de irrigação com base em valores de K_c entre $0,70$ e $0,90$, no sentido de recompor plenamente o nível ideal de unidade do solo. Este procedimento ajudará, também, a aumentar, ao máximo, o fluxo de seiva na planta logo após a poda e, conseqüentemente, auxiliar na brotação das gemas.	REPOUSO
Logo após a poda, as lâminas de água devem ser calculadas com base em valores de $K_c = 0,40$ a $0,50$, mas devem ser elevadas progressivamente com o crescimento dos ramos, devendo alcançar o valor de $0,60$ aos 25 dias após a poda.	BROTAÇÃO E CRESCIMENTO DE RAMOS
Nessa fase, deve-se evitar irrigações excessivas, mantendo-se o valor de $K_c = 0,60$, de modo a não causar efeitos abortivos nas flores. Há quem defenda um ligeiro stress hídrico nesse período do cultivo.	FLORAÇÃO ATÉ CHUMBINHO
É uma fase em que a demanda de água é máxima, devendo as lâminas de irrigação ser com base em valores de $K_c = 0,80$ a $0,90$.	1ª FASE DE CRESCIMENTO DA BAGA
Nessa fase, a dotação de água deve ser reduzida para valores de $K_c = 0,50$ a $0,60$. A cultura nessa fase diminui sua atividade fisiológica.	FASE DE PARADA DO CRESCIMENTO DA BAGA
Nessa fase, o consumo de água da videira volta novamente a ser máximo em decorrência do reinício de crescimento da baga. As lâminas de irrigação devem ser elevadas, baseadas em valores de $K_c = 0,80$ a $0,90$.	2ª FASE DE CRESCIMENTO DA BAGA
Após o enchimento das bagas, a lâmina de água aplicada deve ser calculada com base nos valores $K_c = 0,40$ a $0,60$, para evitar a desidratação da baga. Dependendo do tipo de solo e do sistema de irrigação adotado, as irrigações podem reduzir ou até mesmo ser suspensas, de modo a proporcionar a obtenção de frutos com maior teor de sólidos solúveis. Porém, a ocorrência de chuvas no período em que as irrigações estão suspensas, pode condicionar um maior índice de rachaduras das bagas.	FASE DE MATURAÇÃO ATÉ A COLHEITA

Fig. 12. Coeficiente de cultura (K_c) da videira ajustado para a variedade Itália e para a região do Submédio São Francisco, referente a cada fase fenológica. Os valores menores devem ser usados para plantas não isentas de vírus, enquanto os valores maiores para plantas isentas de vírus.



Durante a fase que sucede a colheita, deve-se reduzir a lâmina de água aplicada a um valor mínimo ($K_c = 0,15$ a $0,25$), visando manter a planta verde, porém não permitindo a emissão de brotos novos. Durante os 10 dias que antecedem a poda, elevar as lâminas de irrigação com base em valores de K_c entre $0,70$ e $0,90$, no sentido de recompor plenamente o nível ideal de unidade do solo. Este procedimento ajudará, também, a aumentar, ao máximo, o fluxo de seiva na planta logo após a poda e, conseqüentemente, auxiliar na brotação das gemas.	REPOUSO DIA DA PODA
Logo após a poda, as lâminas de água devem ser calculadas com base em valores de $K_c = 0,40$ a $0,50$, mas devem ser elevadas progressivamente com o crescimento dos ramos, devendo alcançar o valor de $0,60$ aos 25 dias após a poda.	BROTAÇÃO E CRESCIMENTO DE RAMOS
Nessa fase, deve-se evitar irrigações excessivas, mantendo-se o valor de $K_c = 0,60$, de modo a não causar efeitos abortivos nas flores. Há quem defenda um ligeiro stress hídrico nesse período do cultivo.	FLORAÇÃO ATÉ CHUMBINHO
É uma fase em que a demanda de água é máxima, devendo as lâminas de irrigação ser com base em valores de $K_c = 0,80$ a $0,90$.	1ª FASE DE CRESCIMENTO DA BAGA
Nessa fase, a dotação de água deve ser reduzida para valores de $K_c = 0,50$ a $0,60$. A cultura, nessa fase, diminui sua atividade fisiológica.	FASE DE PARADA DO CRESCIMENTO DA BAGA
Nessa fase, quando os primeiros frutos começam a pegar cor, o consumo de água da videira volta novamente a ser máximo em decorrência do reinício de crescimento da baga. As lâminas de irrigação devem ser elevadas, baseadas em valores de $K_c = 0,80$ a $0,90$.	2ª FASE DE CRESCIMENTO DA BAGA
Após o enchimento das bagas, a lâmina de água aplicada deve ser calculada com base nos valores $K_c = 0,40$ a $0,60$, para evitar a desidratação da baga. Dependendo do tipo de solo e do sistema de irrigação adotado, as irrigações podem ser reduzidas ou até mesmo suspensas, de modo a proporcionar a obtenção de frutos com maior teor de sólidos solúveis. Porém, a ocorrência de chuvas no período em que as irrigações estão suspensas, pode condicionar um maior índice de rachaduras das bagas. Quando faltarem 10-15 dias para colheita, reduzir mais ainda as irrigações para que os frutos melhorem o seu colorido.	FASE DE MATURACÃO ATÉ A COLHEITA

Fig. 13. Coeficiente de cultura (K_c) da videira ajustado para a variedade Red Globe e para a região do Submédio São Francisco, referente a cada fase fenológica. Os valores menores devem ser usados para plantas não isentas de vírus, enquanto os valores maiores para plantas isentas de vírus.

Assis et al. (1996), estudando o efeito do manejo de água no período de pré-colheita na videira, variedade Itália, sobre a qualidade e a conservação pós-colheita do fruto, sob irrigação por gotejamento, em Casa Nova-BA, constataram que o aumento do período com deficiência de água no solo antes da colheita provocou uma redução no diâmetro médio e no conteúdo de água das bagas, porém não verificaram interferência no peso médio dos cachos, teor de sólidos solúveis (TSS) e acidez titulável total (ATT) das bagas. Constataram, ainda, que os frutos obtidos dos tratamentos com suspensão da irrigação antes da colheita, apresentaram menor perda de peso nas condições de armazenamento, tanto na temperatura ambiente quanto em câmara fria, à medida que se aumentava a duração do estresse hídrico no solo. Nesse estudo, a suspensão da irrigação foi feita de forma brusca, interrompendo-se, por completo, o fornecimento de água à planta de um dia para o outro. É provável que, se a redução do fornecimento de água à planta for feita de forma gradativa, permita que a planta apresente uma melhor adequação às condições de uma deficiência progressiva de umidade no solo, proporcionando efeitos ainda mais positivos à qualidade e à conservação dos frutos na pós-colheita;

e) período de repouso fenológico - o manejo de água durante o período de repouso fenológico da videira 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.

Soares & Arraes (s.d.), estudando o manejo de água no período de repouso fenológico, em videira variedade Itália, sob irrigação por gotejamento, em Vertissolo, em Juazeiro-BA, verificaram que não houve diferença significativa para os regimes de manejo de água. Observaram que a partir de 30 dias após o início do estresse hídrico, as folhas das plantas começaram a secar e a cair, enquanto que no tratamento que recebeu 100% da lâmina de água necessária durante todo o período de repouso, as plantas iniciaram a emissão de ramos novos a partir de 20 dias após a colheita. Nos tratamentos em que o regime do manejo de água foi intermediário, o início da emissão de ramos novos ocorreu em torno de 40 dias após a colheita. O ponto ideal de poda da planta para o próximo ciclo de cultivo é alcançado quando a planta começa a emissão de ramos novos. Mesmo em se tratando de solos argilosos, como os Vertissolos, sugere-se reduzir o fornecimento de água à planta, em 50% da lâmina necessária, porém, mantendo-se a irrigação durante o período de repouso fenológico, devido à necessidade do fornecimento de nutrientes via água de irrigação.

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. Do ponto de vista fisiológico, a disponibilidade de água durante o repouso estimula a brotação das gemas, pois o metabolismo da planta é acelerado, resultando no consumo das reservas de energia que deveriam ser armazenadas para o ciclo seguinte. Por outro lado, quando o estresse é severo, os estômatos se fecham e as folhas podem cair prematuramente, provocando a redução da atividade fotossintética e, conseqüentemente, da produção e acumulação de carboidratos.

8.4.1.2. 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 através do 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 São Francisco os parreirais são subdivididos em muitas subparcelas, no sentido de viabilizar o escalonamento de produção de uva ao longo do ano, conseqüentemente, tem-se uma grande diversidade de estádios fenológicos 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, o que tornaria caras a instrumentalização e a manutenção do processo, e cansativas a coleta e interpretação dos dados.

Contudo, sugere-se a instalação de, pelo menos, duas baterias de tensiômetros numa subparcela do parreiral, cujo tipo de solo seja representativo da propriedade, como forma de obter-se um referencial para o manejo de água utilizado no parreiral.

No Anexo III podem ser encontrados os procedimentos para a instalação, coleta de dados e interpretação de resultados de tensiômetros.

Por outro lado, a obtenção de informações sobre o comportamento do lençol freático no parreiral ao longo do ano, através de poços de observação, pode-se destacar como 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, através de poços de observação instalados na área irrigada, em malhas quadradas de 100 m x 100 m ou retangulares de 100 m x 200 m. As leituras do nível do lençol freático podem ser feitas quinzenal ou mensalmente, no sentido de se identificar, em tempo hábil, os pontos críticos da área cultivada. Sugere-se que o lençol freático seja mantido abaixo de 2,00 m em relação à superfície do solo, para que não venha prejudicar o crescimento vertical do sistema radicular da planta.

Cordeiro et al. (1994), estudando a flutuação do lençol freático, na cultura da videira, em Podzólico Amarelo a Amarelo Avermelhado Distrófico, em Juazeiro-BA, constataram que a profundidade média, ao longo do ano, foi de 1,22 m. Nas áreas mais críticas, a altura do lençol freático era inferior a 0,50 m, em mar/93, tendo baixado para 1,00 m, em jun/93 e para 1,54 m em dez/93, após a limpeza dos drenos coletores (Figura 14).

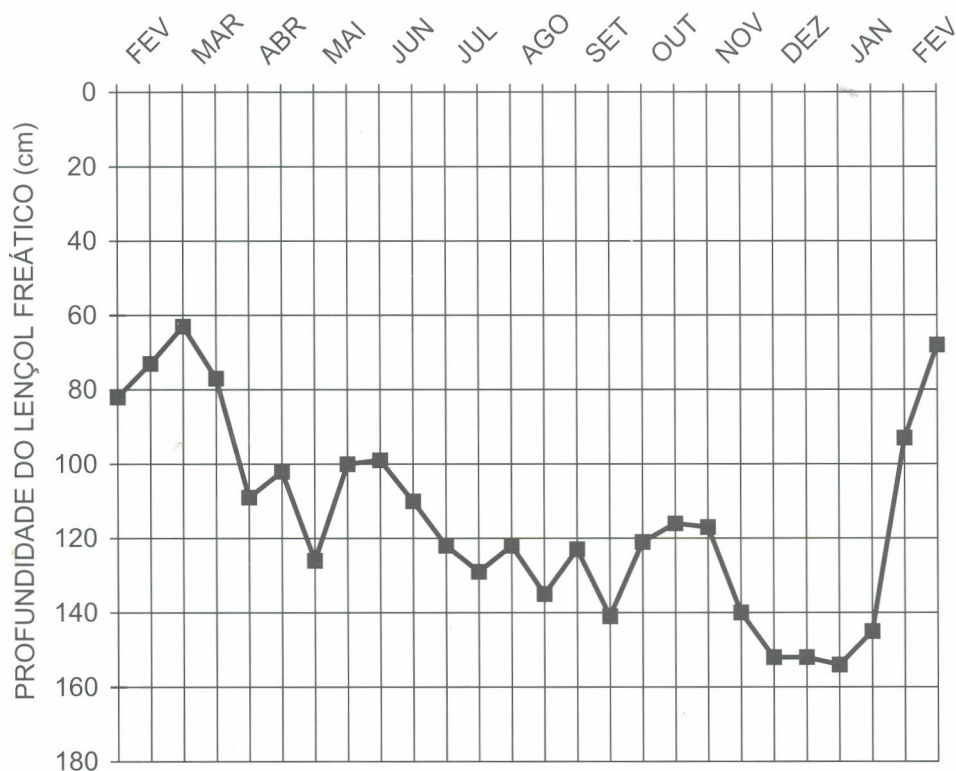


Fig. 14. Flutuação do lençol freático no perfil do solo ao longo de 1993, na cultura da videira, num Podzólico Amarelo a Amarelo Avermelhado Distrófico, Juazeiro-BA.

O umedecimento excessivo do solo, por um longo período de tempo, por um lado, asfixia as raízes das plantas, por deficiência de trocas gasosas, proporcionando a redução ou mesmo a paralisação da absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, a morte das raízes. Por outro lado, provoca a oxidação do ferro e do manganês, tornando-os disponíveis à absorção das raízes, concorrendo para a obtenção de níveis elevados desses elementos nas folhas das plantas, podendo alcançar níveis tóxicos.

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

Esses procedimentos orientam o manejo de água, quando as irrigações são feitas em excesso. Caso contrário, esses procedimentos são contra-indicados.

8.4.2. Manejo de água sob irrigação por aspersão

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, apresenta-se uma discussão sobre cada uma dessas fases.

8.4.2.1. 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:

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

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 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 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.

O procedimento para o cálculo da lâmina de irrigação deve obedecer o seguinte:

- 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 (Figuras 12 e 13);

Et = Evaporação do tanque classe A (mm);

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

A frequência das irrigações deve ser determinada fazendo-se a diferença entre a demanda evapotranspirométrica diária da planta e a lâmina bruta. Quando a lâmina bruta se aproximar do nível de equivalência de 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 através de 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 dois primeiros anos de idade, a lâmina de água deve ser calculada com base no coeficiente da cultura anual.

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.

d) **período de repouso fenológico** - recomenda-se proceder como descrito no item 8.4.1.1.e.

8.4.2.2. 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, como mencionado no item 8.4.1.2. Desse modo, é de extrema importância o conhecimento do comportamento do sistema radicular da cultura em cada local específico (maiores detalhes no item 8.5 - comportamento do sistema radicular da videira).

8.4.3. Manejo de Água sob Irrigação por Sulcos

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, apresenta-se uma discussão referente a cada uma dessas fases:

8.4.3.1. Manejo da água aplicada ao solo

- a) **período de pré-plantio** - recomenda-se proceder como descrito no item 8.4.1.1.a.
- b) **período de plantio e de desenvolvimento inicial** - recomenda-se proceder como descrito no item 8.4.1.1.b.
- 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 a redução das perdas de água por escoamento superficial no final dos sulcos.

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

Quando a videira 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 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.

- d) **período de repouso fenológico** - recomenda-se proceder como descrito no item 8.4.1.1.e.

8.4.3.2. 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.

8.5. COMPORTAMENTO DO SISTEMA RADICULAR DA VIDEIRA

Segundo Richards (1983), as raízes das plantas dependem inteiramente das folhas para o seu suprimento de carboidratos e estas dependem das raízes para o suprimento de água e de nutrientes minerais. O autor menciona, ainda, que a interrelação entre as raízes, folhas e as condições ambientais, pode interferir de forma marcante na produtividade e na qualidade dos frutos.

Quando o suprimento de carboidratos não é um fator limitante, a taxa de crescimento das raízes das plantas depende de fatores ambientais, dos quais os mais importantes são: impedimento mecânico, potencial osmótico da solução do solo, potencial matricial de água no solo e temperatura do solo (Richards, 1983).

O sistema radicular da videira expande-se no solo pela combinação do crescimento em extensão e em ramificações, e o crescimento das raízes com diâmetros menores que 2mm é tão rápido quanto o das raízes com diâmetros mais elevados. Assim, a proliferação lateral de raízes resulta numa elevada concentração de raízes curtas e finas que têm a finalidade de explorar as reservas de água e nutrientes existentes no solo (Richards, 1983). No entanto, Reynolds (1975), citado por Richards (1983), menciona que as raízes finas morrem dentro de poucas semanas após a sua emergência, mas são continuamente substituídas pela emissão de novas raízes, desde que as condições do solo lhes sejam favoráveis.

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

A seguir, será feita uma discussão detalhada de cada um desses aspectos, levando-se em consideração os estudos e observações até então realizadas nos parreirais implantados na região do Submédio São Francisco, visando a escolha mais adequada de tecnologias de irrigação e de práticas culturais, que estão bastante interrelacionadas com o comportamento do sistema radicular da videira.

8.5.1. Escolha da modalidade de irrigação

A concepção de sistemas de irrigação é feita, primordialmente, em função das infiltrações vertical e horizontal da água dos diversos tipos de solo, bem como da tendência ao processo de compactação, quando manejados com teor de umidade inadequado.

Assim, para a exploração de solos argilosos e argilo-arenosos, que apresentam um avanço horizontal maior que 80cm, 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), enquanto que 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 através do ar, tais como a aspersão ou a microaspersão. No entanto, para solos com tendência à compactação, quando manejados úmidos, deve ser evitada a escolha desses sistemas de irrigação, principalmente da microaspersão, por ser a videira considerada uma cultura que exige um elevado índice de tráfego de máquinas e implementos agrícolas para a execução das suas práticas culturais. Os elevados níveis de umidade no solo, proporcionados pela alta frequência de irrigação por microaspersão e a elevada intensidade de mecanização, têm condicionado um processo de degradação muito rápido do solo, em algumas propriedades da região do Submédio São Francisco.

Maiores detalhes sobre a escolha da modalidade de irrigação podem ser obtidos no item 8.3, deste capítulo.

Soares et al. (1994), avaliando a distribuição do sistema radicular da videira, var. Itália, num solo Podzólico Bruno Amarelo a Amarelo Avermelhado Distrófico, sob irrigação por gotejamento, constataram que 54,10 e 87,40% das raízes estavam concentradas nos espaços compreendidos entre 0 e 35 cm e entre 0 e 105cm, respectivamente, em relação ao centro da fileira de plantas, quando se considerou a camada de 0 a 40cm de profundidade. Constataram, também, nas camadas de 40 a 80 e de 80 a 120cm, que 82,46 e 65,37% das raízes, respectivamente, estavam contidas no espaço de 0 a 105cm em relação ao centro da fileira de plantas. Constataram, ainda, que a distribuição vertical de raízes diminuiu gradativamente com a profundidade das camadas do solo, quando se considerou os espaçamentos entre fileiras de plantas ou o espaçamento entre plantas ao longo da fileira. Relacionando-se o perfil longitudinal do bulbo molhado com a distribuição vertical de raízes, verificou-se que a localização dos fertilizantes no solo, em pequenas profundidades, poderá estar afetando a nutrição da planta, uma vez que os fertilizantes ficam quase que totalmente expostos na superfície do solo, onde a concentração de raízes é mínima.

Soares & Bassoi (1995), analisando a distribuição horizontal do sistema radicular da videira, variedade Itália, sob irrigação por gotejamento, em Vertissolo, constataram que as concentrações de raízes foram da ordem de 61,71, 23,03 e 8,47%, correspondentes aos perfís situados a 30, 60 e 90cm, em relação ao centro da fileira de plantas, respectivamente. Quando consideraram o sistema de irrigação por microaspersão, verificaram que essas concentrações foram de 36,39, 33,76 e 16,38%. Notaram, portanto, que a microaspersão condicionou uma dispersão mais uniforme ao sistema radicular da videira, quando comparado com o sistema de irrigação por gotejamento, apesar de se tratar de um solo argiloso, com elevada infiltração lateral. Quando analisaram a distribuição vertical de raízes, constataram que 90% delas estavam concentradas na profundidade de 0 a 30cm, em ambos os sistemas de irrigação, apesar de se tratar de um solo profundo (Figura 15).

Basso & Assis (1996), estudando o sistema radicular da videira, variedade Itália, sob irrigação localizada, em Latossolo Vermelho-Amarelo, constataram que a irrigação por microaspersão apresentou uma distribuição mais uniforme ao longo do perfil do solo, do que a irrigação por gotejamento, em que constataram uma redução mais acentuada da umidade, a partir de 40cm de profundidade. Estes autores não fizeram análise comparativa entre esses sistemas de irrigação, quanto à distribuição horizontal de raízes da videira, no sentido transversal à fileira de plantas, uma vez que esta informação é de extrema importância para a aplicação de fertilizantes, via água de irrigação e para a localização dos fertilizantes fosfatados e adubos orgânicos.



Fig. 15. Distribuição horizontal e vertical do sistema radicular da videira em vertissolo.

8.5.2. Manejo adequado da água

Um manejo de água eficiente pode ser bastante distinto de um parreiral para outro, dependendo da concentração do sistema radicular da videira 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 daqueles pomares em que as raízes apresentam uma boa uniformidade de distribuição até 1,00m ou mais de profundidade.

Diante disto, recomenda-se que sejam feitas avaliações da distribuição do sistema radicular da videira, no sentido de se 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 destas informações, será possível otimizar a frequência e/ou a intermitência da irrigação e as lâminas de água aplicadas em cada irrigação.

Como orientações de ordem geral, para um manejo de água na cultura da videira, na região semi-árida do Nordeste do Brasil, em que se busque a otimização, sugere-se a adoção dos procedimentos apresentados na Tabela 8.

Muitas propriedades físicas do solo exercem influências isoladas na forma do sistema radicular. A interação é complexa e muda rapidamente de um local para outro. A umidade do solo é, provavelmente, o mais importante, pois afeta, de forma direta, a aeração e a resistência mecânica e, indiretamente, a temperatura do solo e o suprimento de nutrientes. A manipulação ambiental do solo, por meio do manejo de práticas, visando o melhor equilíbrio entre o conteúdo de água e a aeração do solo, tais como: métodos de irrigação, lâmina e frequência de irrigação, parcelamento de nutrientes, estímulo à flora e à fauna e flocculação da argila do subsolo, podem influenciar no desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Richards, 1983). Além destes, outros fatores devem ser levados em consideração, como sejam, a eliminação de barreiras químicas em profundidade e a manipulação do lençol freático. Em solos argilosos, principalmente nos Vertissolos, o uso de camalhões pode aumentar o volume de solo a ser explorado pelo sistema radicular da videira, sob irrigação por sulcos e localizada.

A distribuição do sistema radicular sob irrigação por gotejamento pode proporcionar uma maior sensibilidade à seca, devido à 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 (Figura 16).

Tem-se constatado, na região do Submédio São Francisco, que a altura média anual do lençol freático em relação à superfície do solo, em nível de propriedade, tem oscilado em torno de 1,00m, o que tem concorrido para 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.



Fig. 16. Distribuição horizontal e vertical do sistema radicular da videira em Latossolo Vermelho-Amarelo.

Tabela 8. Orientações para um manejo otimizado de água na cultura da videira explorada em diversos tipos de solos e sob distintos sistemas de irrigação.

Tipo de solo	Distribuição do sistema radicular	Tipos de sistemas de irrigação	Lâminas de irrigação/frequência de irrigação
Solos muito arenosos enquadrados na classe Areia Quartzosa	Se mais de 80% da distribuição do sistema radicular estiverem concentrados na camada de 0 a 60cm de profundidade	Aspersão móvel	A exigência de pequenas lâminas de água associada à alta frequência de irrigação inviabiliza a operação desse sistema de irrigação.
		Aspersão fixa	Lâminas pequenas e frequência de 1 a 2 dias (esse manejo poderá comprometer a produtividade e a qualidade do fruto). Sistema pouco indicado para essas condições.
		Microaspersão	
		- Se a área molhada por planta é > 80%	Pequenas lâminas e frequência de 1,0 dia
		- Se a área molhada for < 80%	Pequenas lâminas e frequência de 0,5 dia
		Gotejamento e sulco	Não recomendados
Solos muito arenosos enquadrados na classe Areia Quartzosa	Se mais de 80% da distribuição do sistema radicular estiverem concentrados na camada de 0 a 80cm de profundidade	Aspersão móvel	Idem à situação anterior.
		Aspersão fixa	Lâminas de pequena a média e frequência de 1 a 3 dias.
		Microaspersão	
		- Se a área molhada por planta é > 60%	Lâminas pequenas e frequência de 1,0 dia.
		- Se a área molhada for < 60%	Lâminas pequenas e frequência de 1,0 dia para o 1º semestre e de 0,5 dia para o 2º semestre.
		Gotejamento e sulco	Não recomendados

Tabela 8. Continuação...

Tipo de solo	Distribuição do sistema radicular	Tipos de sistemas de irrigação	Lâminas de irrigação/frequência de irrigação
Solos de textura média (franco-areno-argiloso) enquadrando os solos das classes Latossolo, Podzólico, Cambissolo, aluvião e Planossolo.	Se mais de 80% da distribuição do sistema radicular estiver concentrado na camada de 0 a 60cm de profundidade	Aspersão móvel	Idem situação anterior
		Aspersão fixa	Lâminas de pequena a média e frequência entre 2 e 3 dias.
		Microaspersão	Lâminas pequenas e frequência de 1 a 2 dias.
		- Se a área molhada por planta é > 80%	Lâminas pequenas e frequência de 1,0 dia.
		- Se a área molhada for < 80%	Lâminas muito pequenas com frequência diária e com intermitência do tempo de aplicação entre 2 e 4 vezes.
		Gotejamento	Não recomendado.
		Sulco	
Solos de textura média (franco-arenoso, franco-argiloso) enquadrando os solos das classes Latossolo, Podzólico, Cambissolo, aluvião e Planossolo.	Se mais de 80% da distribuição do sistema radicular estiverem concentrados na camada de 0 a 90cm de profundidade	Aspersão móvel	Lâminas de médias a grandes e frequência de 3 a 4 dias.
		Aspersão fixa	Idem situação anterior.
		Microaspersão	Lâminas de médias a grandes e frequência de 3 a 4 dias.
		- Se a área molhada por planta é > 80%	Lâminas de médias a grandes e frequência de 2 a 3 dias.
		- Se a área molhada for < 80%	Lâminas pequenas com frequência diária.
		Gotejamento	
		Sulco	Lâminas de média a grande e frequência de 3 dias.

Tabela 8. Continuação...

Tipo de solo	Distribuição do sistema radicular	Tipos de sistemas de irrigação	Lâminas de irrigação/frequência de irrigação
Solos de textura média, mas com tendência a compactação e solos de textura fina (argiloso) enquadrando os solos das classes Vertissolo, Podzólico, Cambissolo, aluvião e Planossolo	Se mais de 80% da distribuição do sistema radicular estiverem concentrados na camada de 0 a 60cm de profundidade	Aspersão	Não recomendado
		Microaspersão	Não recomendado
		Gotejamento	Lâminas pequenas e frequência entre 0,5 e 1 dia.
		Sulco	Lâminas de medias a grandes com frequência de 5 a 8 dias.

Segundo Richards (1983), o melhor mecanismo para a aeração das raízes das plantas é a difusão gasosa através dos poros do solo. Os graus de compactação e de umidade do solo exercem influência direta no espaço poroso do solo ocupado com ar. Morita (1955), citado por Richards (1983), menciona que poucas raízes de plantas arbóreas cresceram quando o espaço poroso do solo ocupado com ar foi inferior a 5%, mas que apresentaram máximo vigor, quando esse índice foi superior a 10%. Para outros autores, o tamanho e a continuidade dos poros e o tamanho irregular das partículas de solo exercem influência na acessibilidade do espaço vazio para a difusão do ar, o que concorre para reduzir a taxa de oxigênio no solo. Iwasaki (1972), citado por Richards (1983), menciona que a redução da circulação de ar no solo, de 20 para 0%, proporcionou um decréscimo constante no crescimento da raiz, e que o nível de oxigênio inferior a 2% condicionou a morte das raízes de videira. Desse modo, sugere-se o uso de camalhões para a exploração da cultura da videira em Vertissolos, sob irrigação localizada, no sentido de aumentar o volume de solo a ser explorado pelo sistema radicular.

A frequência e a profundidade de preparo do solo afetam a distribuição do sistema radicular da videira. Van Huyssteen & Weber (1980), citados por Richards (1983), mencionaram que cultivos regulares e rasos, comumente praticados em parreirais, como meio de controle de ervas daninhas, resultam numa zona livre de raízes, próxima da superfície do solo. Quando as raízes são cortadas, novas raízes regeneram-se ativamente e seu número e comprimento aumentam com o diâmetro da raiz danificada (Barnard, 1932 e Oniani, 1973 citados por Richards, 1983).

8.5.3. Manejo racional e eficiente da nutrição da planta

Um 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, tipo de solo, estágio fenológico da planta e distribuição do seu sistema radicular.

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

A mesma recomendação feita anteriormente, no sentido de se avaliar a distribuição do sistema radicular da videira para otimizar o manejo de água, também, é válida para a aplicação da adubação convencional ou via água de irrigação. A adubação convencional, geralmente empregada para aplicação de adubos orgânicos, de corretivos químicos e de fertilizantes de baixa solubilidade em água e/ou mesmo de fertilizantes solúveis, deve compreender a aplicação destes, em locais onde as concentrações de raízes sejam elevadas, para que haja resposta por parte das plantas. Esses aspectos devem ser levados em consideração, até mesmo quando os fertilizantes são aplicados via água de irrigação.

8.6. MANEJO DE NUTRIENTES VIA FERTIRRIGAÇÃO

Fertirrigação é a aplicação de fertilizantes solúveis via água de irrigação. É uma prática agrícola essencial ao manejo de culturas irrigadas, principalmente quando se utiliza irrigação localizada, sendo uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes às plantas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, pois em se aplicando fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior frequência, é possível manter um nível uniforme de nutrientes no solo, durante o ciclo vegetativo da cultura, o que aumentará a eficiência do uso de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, a sua produtividade (Bernardo, 1989).

Os fertilizantes que apresentam as melhores características para aplicação via água de irrigação, são os produtos solúveis em água e os produtos em solução aquosa. Esses fertilizantes podem se apresentar de forma isolada ou em combinações de dois ou mais elementos. Maiores detalhes sobre as características dos fertilizantes utilizados via água de irrigação poderão ser encontrados no capítulo sobre "Nutrição e adubação da videira" (capítulo 9) deste livro.

8.6.1. Vantagens e desvantagens da fertirrigação

8.6.1.1. Vantagens:

- a) economia de fertilizantes, devido à sua aplicação no volume de solo, onde a concentração de raízes de absorção de água e nutrientes é bastante alta;
- b) menores perdas por volatilização ou por escoamento superficial;
- c) maior eficiência de assimilação dos nutrientes;
- d) melhor distribuição dos nutrientes no perfil do solo, inclusive daqueles considerados de baixa mobilidade no solo;
- e) adequação da adubação às necessidades da planta ao longo do seu ciclo fenológico;
- f) menor custo de aplicação dos fertilizantes;
- g) possibilidade de aplicação de outros produtos, como: herbicidas, fungicidas, inseticidas, entre outros.

8.6.1.2. Desvantagens:

A maioria dos inconvenientes da fertirrigação, citados em literaturas e percebidos na prática, não se deve ao método, mas sim ao manejo incorreto e à falta de informações acerca dos aspectos citados a seguir:

- a) entupimento dos emissores por precipitações causadas devido à incompatibilidade entre fertilizantes e a qualidade da água de irrigação e/ou devido à dissolução insuficiente dos fertilizantes;
- b) aumento excessivo da salinidade da água de irrigação;
- c) baixa qualidade (pureza e solubilidade) da maioria dos fertilizantes usados na fertirrigação.

8.6.2. Métodos de aplicação de nutrientes via 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 à sua aplicação pelo homem, e 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. Dentre os mais usados na região do Submédio São Francisco, podem ser relacionados o tanque de fertilizantes, bombas injetoras de acionamento hidráulico e elétrico, injetores tipo Venturi ou sucção paralela (Figuras 17 a 19). Dentre esses equipamentos, as bombas injetoras destacam-se como as mais precisas, 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.

Assim, para se obter uma fertirrigação satisfatória, será necessário conhecer os mecanismos de funcionamento do equipamento utilizado, através de catálogo técnico, manutenção do equipamento após a aplicação das soluções nutritivas, bem como lavagem dos tanques usados para dissolução dos fertilizantes e sucção das soluções (Figura 20). Quando possível, fazer a injeção das soluções de fertilizantes antes do sistema de filtragem de água, no sentido de evitar que impurezas obstruam os emissores.

Os procedimentos para aplicação de fertilizantes via água de irrigação, utilizando injetor hidráulico, podem ser encontrados no Anexo IV.

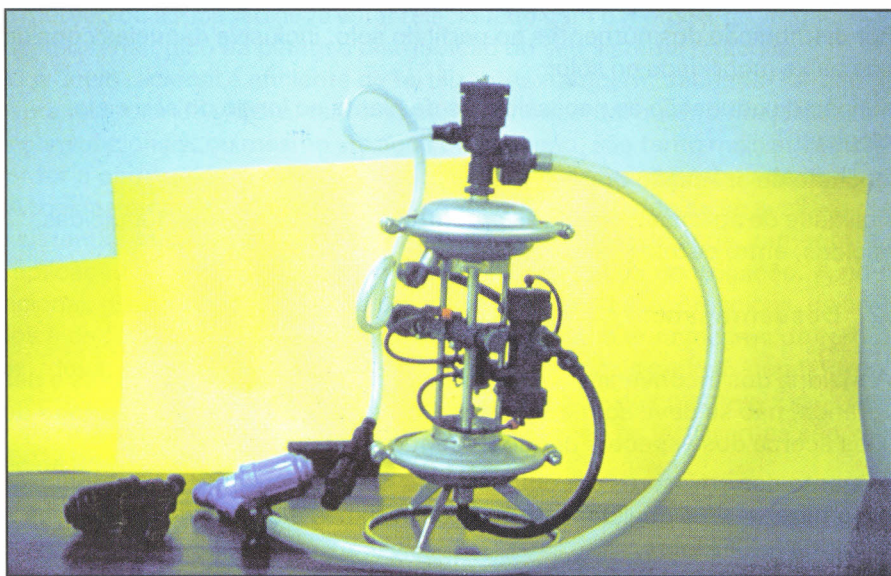


Fig. 17. Bomba injetora de fertilizantes com acionamento hidráulico.

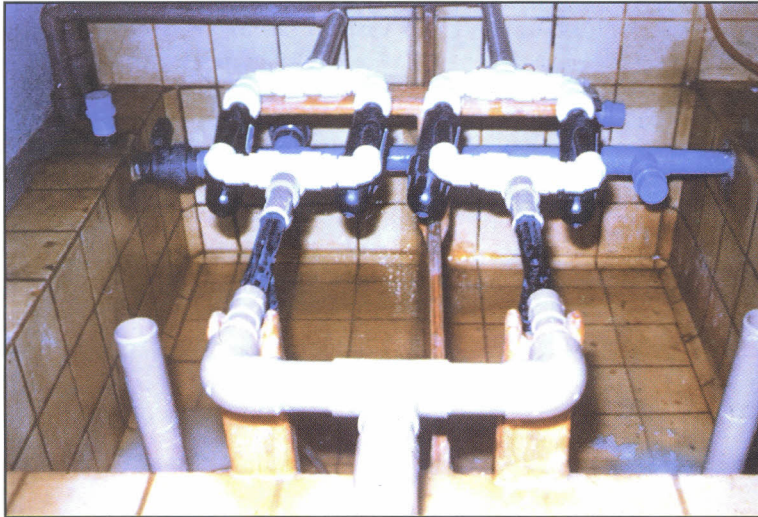


Fig. 18. Injetor de fertilizantes tipo Venturi com acionamento hidráulico.

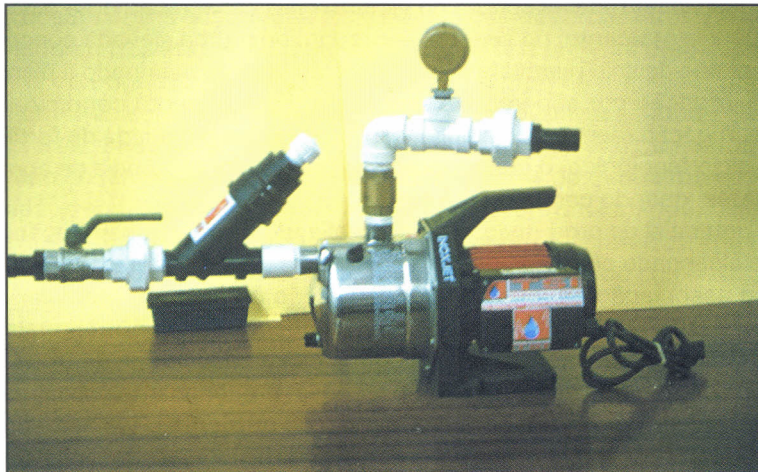


Fig. 19. Injetor hidráulico de fertilizante com acionamento elétrico.



Fig. 20. Tanques para dissolução de fertilizantes usados como acessórios dos equipamentos de irrigação de fertilizantes.

8.6.3. Manejo eficiente da fertirrigação

A irrigação localizada na cultura da videira, mais especificamente o gotejamento, tem uma influência marcante, no sentido de proporcionar uma elevada concentração de raízes, num volume de solo relativamente inferior ao volume destinado à planta, quando comparado à irrigação por aspersão ou por sulco. Esse aspecto condiciona uma alta frequência de irrigação, bem como a aplicação localizada e parcelada de fertilizantes, ao longo do seu ciclo fenológico, o que proporciona uma maior eficiência de aproveitamento de fertilizantes, quando comparado à adubação convencional.

Mas o potencial de produtividade e de qualidade da uva, sob irrigação localizada, somente será alcançado com o emprego da aplicação de fertilizantes via água de irrigação. Assim, a associação da elevada concentração do sistema radicular da videira, provocada por esse método de irrigação, com as necessidades nutricionais da videira ao longo das distintas fases fenológicas e com a baixa capacidade de troca de cations (CTC) dos solos de texturas areno-argilosa e arenosa, predominantes nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, direciona para um manejo de nutrientes, via água de irrigação, numa alta frequência, principalmente daqueles nutrientes que são facilmente lixiviáveis.

Dentre as situações em que se pode optar por uma frequência de fertirrigação inferior a sete dias, destacam-se:

- a) solos muito arenosos, com sistema radicular superficial, irrigado por aspersão fixa ou microaspersão, em que a área molhada é inferior a 80%;

- b) solos arenosos, com sistema radicular bem desenvolvido, sob irrigação por microaspersão, em que a área molhada é inferior a 80%;
- c) qualquer tipo de solo, principalmente os de texturas arenosa e areno-argilosa, sob irrigação por gotejamento;
- d) solos pobres em matéria orgânica e de baixa CTC, principalmente quando irrigados por gotejamento ou microaspersão, em que a área molhada é inferior a 80%.

Dentre as situações em que se pode optar por uma frequência de fertirrigação de dez a quinze dias, destacam-se:

- a) solos argilosos ou argilo-arenosos, com sistema radicular moderadamente profundo, exceto quando se adota a irrigação por gotejamento;
- b) solos arenosos, com sistema radicular bem desenvolvido, sob irrigação por microaspersão, em que a área molhada é superior a 80%;
- d) solos ricos em matéria orgânica e de elevada CTC, principalmente quando irrigados por aspersão, sulco ou microaspersão, em que a área molhada é superior a 80%.

A maioria dos fertilizantes utilizados via água de irrigação podem ser injetados simultaneamente. Quando se prepara uma solução de fertilizantes envolvendo mais de um tipo de fonte de nutrientes, deve-se verificar se são compatíveis, para evitar problemas de entupimentos das tubulações e, conseqüentemente, dos emissores. O cálcio não pode ser injetado com outro fertilizante que contém o radical sulfato. Esses cuidados devem ser ainda maiores, quando a água usada na irrigação é de pH neutro, ou seja, quando as concentrações de Ca + Mg e de bicarbonatos são maiores que 50 e 150 ppm, respectivamente. O ácido fosfórico não pode ser injetado via água de irrigação que contenha mais de 50 ppm de cálcio e nitrato de cálcio e em água que contenha mais de 5,0 meq/l de HCO_3^- , pois poderá formar precipitados de fosfato de cálcio.

Os procedimentos adequados para a aplicação de fertilizantes via água de irrigação compreendem três etapas bem distintas. Durante a primeira etapa, deve-se funcionar o sistema de irrigação durante um quarto do tempo de irrigação, para equilibrar, hidraulicamente, as subunidades de rega como um todo. Na segunda etapa, faz-se a injeção dos fertilizantes no sistema de irrigação, através de equipamentos apropriados, por um período de tempo que corresponda a dois quartos do tempo total de irrigação. Na terceira etapa, o sistema de irrigação deverá continuar funcionando, visando complementar o tempo total de irrigação, lavar completamente o sistema de irrigação e carrear os fertilizantes da superfície, para camadas mais 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, variedades e as suas 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 em separado, e misturadas na proporção desejada, de acordo com as necessidades nutricionais das plantas em cada subunidade de rega.

Uma alternativa mais recente, no sentido de amenizar a complexidade da injeção de fertilizantes, via água de irrigação, é a utilização de adutoras secundárias, paralelas às adutoras das subunidades de rega, com diâmetros variando de $\frac{1}{2}$ a 1", cuja finalidade é transportar a solução ou a mistura concentrada de fertilizantes até a entrada da subunidade de rega específica. Porém, é necessário 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, pois 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).

Também, deve-se levar em consideração a localização do cabeçal de controle em relação às áreas irrigadas, monitorando-se a condutividade elétrica da água de irrigação, no sentido de se determinar o tempo exato em que a água enriquecida chega a cada subunidade de rega.

De acordo com Burt et al. (1995), a relação ideal entre a vazão de injeção de fertilizantes e a vazão do sistema de irrigação é de 0,2 a 0,4 l/m³ e o aumento da salinidade da água de irrigação, provocada pela injeção de fertilizantes, é função da relação entre a frequência de irrigação e a frequência de fertirrigação, conforme Tabela 9.

Tabela 9. Salinidade máxima permissível na água de irrigação, proporcionada pela injeção de fertilizantes na água.

Frequência de irrigação/frequência de fertirrigação	Concentração na água (g/l)	Condutividade elétrica (mmhos/cm a 25°C)
1/1	1,50	2,30
1/2	2,00	3,10
1/3	2,50	4,00
1/7 ou menos	4,00	6,30

8.6.4. Interação entre o manejo de água e de fertilizantes, via água de irrigação na profundidade efetiva do sistema radicular da videira.

A obtenção de informações sobre a distribuição do sistema radicular da videira é de extrema importância para a aplicação de fertilizantes, via água de irrigação, ou aplicação direta no solo, para que a eficiência de uso de nutrientes seja elevada.

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.

Um coeficiente de uniformidade de Christiansen considerado bom para sistemas de irrigação localizada, situa-se entre 85 e 95%, sendo que o valor mais típico situa-se entre 75 e 80%, o que condiciona uma perda por percolação de 20 a 25%, se a duração do tempo de irrigação estiver adequado (Burt et al., 1995). Mas a uniformidade de aplicação de fertilizantes será a mesma do funcionamento do sistema de irrigação, se o bloqueio da adutora para a derivação do fluxo de água para fazer o injetor de fertilizantes funcionar e não afetar a uniformidade de distribuição do sistema de irrigação. Essas perdas podem se tornar ainda mais acentuadas, se a lâmina de água aplicada por irrigação for maior que a capacidade de retenção de água do solo na profundidade efetiva das raízes, mesmo que a frequência de irrigação seja diária e que o tempo de irrigação seja intermitente ao longo do dia.

Segundo Burt et al. (1995), o nitrogênio na forma de nitrato (NO_3^-) apresenta-se como o mais lixiviável, por se tratar de um ânion de carga negativa, não retido pela troca catiônica das partículas de argila e de matéria orgânica do solo. Como consequência disto, é facilmente transportado pelo fluxo de água através do perfil do solo. Assim, se a perda de água por percolação for de 15%, a perda de NO_3^- por lixiviação, também, será de 15%.

A amônia, além de ser adsorvida pela troca catiônica do solo, fica retida na camada superficial, sendo que após a sua nitrificação, transforma-se em NO_3^- , quando, então, é redistribuída no perfil do solo pelas irrigações subsequentes, podendo, também, ser perdida por lixiviação, dependendo do manejo de água (Burt et al., 1995).

A uréia não tem carga elétrica, mas fica retida na camada superficial do solo, onde é transformada em amônia pelo processo da urease e, em seguida, em NO_3^- . Diante desse ciclo de transformação da uréia, as perdas de nitrato por lixiviação podem ser bem menores, quando comparadas às obtidas com os demais fertilizantes nitrogenados (Burt et al., 1995).

Costa et al. (1986) afirmam que o potássio apresenta pequena mobilidade em solos argilosos e recomendam que sua aplicação seja feita diretamente no solo. Porém, em solos arenosos, o potássio apresenta grande mobilidade, devendo ser aplicado via água de irrigação e parceladamente.

Os fertilizantes fosfatados são mais problemáticos para uso na fertirrigação, uma vez que são pouco solúveis em água. O problema mais grave, sob o ponto de vista agrônômico, é a facilidade que o fósforo apresenta de ser retido nas camadas mais superficiais, além da sua imobilidade no solo (Hernandez Abreu et al., 1987). Isto significa que, sob irrigação por aspersão e por microaspersão, o risco de fixação de fósforo pelo solo é ainda maior, principalmente em solos argilosos. Todavia, tem-se observado que o fósforo movimenta-se, consideravelmente, quando aplicado em pequenas doses, sob irrigação por gotejamento. O aumento na mobilidade deve-se ao fato de o fósforo aplicado numa pequena área causar a saturação dos pontos de retenção, próximos do local de aplicação da solução solo, principalmente em solos arenosos. Quando a água de irrigação é rica em cálcio e seu pH é maior que 7, Hernandez Abreu et al. (1987) recomendam adicionar 1,3 litro de ácido nítrico concentrado por kg de adubo fosfatado.

Segundo Hernandez Abreu et al. (1987), como o sulfato de magnésio possui alta solubilidade, pode ser aplicado via água de irrigação, sem maiores limitações. No entanto, a aplicação de cálcio via fertirrigação é mais complexa, pois pode favorecer a formação de precipitados, no interior das tubulações e dos emissores de água. Como fonte de cálcio, tem-se usado, na fertirrigação, o nitrato de cálcio, que é bastante solúvel.

Quando se compara a percentagem de área molhada por planta sob irrigação localizada, na cultura da videira, pode-se observar que a área molhada por planta sob irrigação por gotejamento, corresponde, no máximo, à metade daquela molhada pela microaspersão. Como consequência disso, é provável que os níveis de nutrientes aplicados via fertirrigação, pelo sistema de irrigação por gotejamento, apresentem-se inadequados quando aplicados por meio do sistema de irrigação por microaspersão. Recomenda-se, também, que a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, pela microaspersão, somente seja iniciada quando a planta estiver com, pelo menos, um ano de idade, como forma de economia de fertilizante, a menos que se utilizem culturas consorciadas. Assim, durante o desenvolvimento inicial das plantas, as adubações de cobertura com nitrogênio e potássio devem ser feitas manualmente, nas proximidades das plantas, pelo menos uma vez por quinzena.

8.7. ANEXOS

ANEXO I

Tanque Classe A - Instalação e Operação.

Como o tanque de evaporação classe A é a base do manejo de água na propriedade, sugere-se que o mesmo seja instalado numa área livre de obstáculos, tais como edificações e árvores altas, entre outros. Para a obtenção de leituras confiáveis, deve-se obedecer às seguintes instruções de instalação e de operação:

Localização - como descrito anteriormente, o tanque não deve ser colocado perto de quaisquer obstáculos, devendo a distância mínima em relação ao obstáculo mais próximo ser, pelo menos, o dobro da altura deste. O tanque deve ser instalado nas circunvizinhanças das áreas irrigadas.

Proteção - o tanque deve ser protegido com cercas, para evitar que animais tenham acesso ao mesmo para beber, evitando, assim, leituras erradas.

Instalação - o tanque deve ser colocado sobre um estrado de madeira com 15 a 20cm de altura, conforme Figura 21. A superfície do terreno deve ser nivelada antes da colocação do estrado. O espaço correspondente à espessura do estrado de madeira deve ser conservado no limpo. Caso a área seja gramada, deve-se cortar a grama frequentemente, de modo a facilitar a sua inspeção. Toda a vegetação da estação evaporimétrica deve ser sempre aparada.

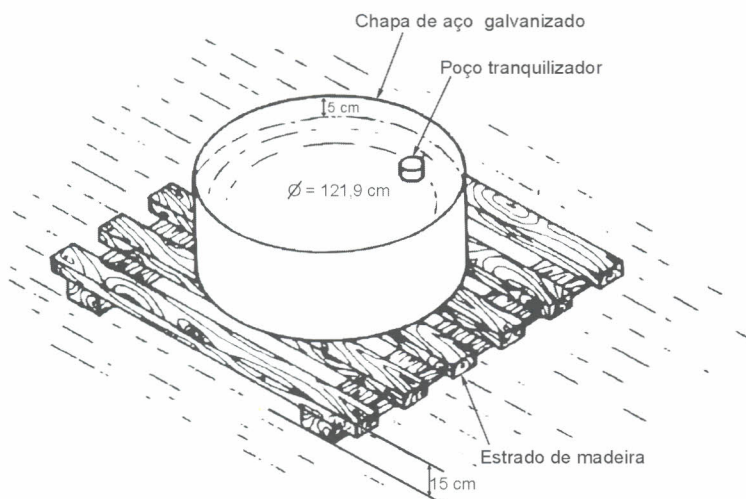


Fig. 21. Esquema de instalação de um tanque de evaporação Classe A.

Operação - a flutuação da lâmina de água no tanque (diferença entre a lâmina máxima e a lâmina mínima) não deve exceder 20mm e a água deve estar sempre limpa. A leitura deve ser feita diariamente, no horário das 9:00 horas, preferencialmente.

Um projeto de irrigação é composto por uma ou mais subunidades de rega. Quando uma subunidade abrange manchas de solo pedologicamente diferentes, o manejo de água e nutrientes dessa subunidade fica bastante comprometido, em decorrência das distintas capacidades de armazenamento de água dos solos que a compõem.

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 de vazão dos emissores e a pressão de serviço do sistema de irrigação.

No manejo de água em sistemas de irrigação por gotejamento e por microaspersão, recomenda-se que quando o tempo de irrigação por unidade de rega 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 ou asfixia do sistema radicular da planta, quando se tratar de solos argilosos. O ideal será calcular o volume de água que o solo pode armazenar na profundidade efetiva da raiz, e fracionar o tempo de irrigação ao longo do dia, até que a lâmina de água necessária seja aplicada.

ANEXO II

Coeficiente de Uniformidade de Distribuição - Comentários e experiências.

Soares et al. (s.d.), avaliando o desempenho de sistemas de irrigação localizada em nível de campo experimental, constataram que o coeficiente de uniformidade de distribuição de vazão e de entupimento de gotejadores e de microaspersores pode variar bastante ao longo do tempo. Constataram, ainda, que os emissores de fluxo turbulento foram os que apresentaram coeficientes de uniformidade superiores a 90% e percentagens de entupimento em torno de 1%, enquanto que os emissores do tipo autocompensantes não apresentaram comportamento compatível com o seu desenho hidráulico.

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

Soares et al. (1994), avaliando o desempenho do sistema de irrigação por gotejamento, com emissores tipo labirinto em linha, na cultura da videira, em solo Podzólico Amarelo a Amarelo-Avermelhado Distrófico, em Juazeiro-BA, constataram que o Coeficiente de Uniformidade variou de 34,20 a 72,50%, com um valor médio de 50,62%. Isto foi decorrente do elevado número de furos na mangueira, provocados por um inseto e de emissores fendilhados, da ordem de 16,75%. Constataram, também, que as pressões antes da filtragem de água (PAF) variaram de 1,50 a 3,20 atm, quando o valor projetado foi de 4,30 atm. Em decorrência disto, as vazões variaram de 1,60 a 2,58 l/h, com um valor médio de 2,12 l/h, quando a vazão nominal do gotejador é de 4,00 l/h. Constataram, ainda, que o tempo de irrigação por subunidade de rega foi mantido constante em 6h/dia, à exceção dos domingos (3h), porém dividido em duas irrigações intermitentes. Vale salientar, que esse tempo de irrigação permaneceu constante ao longo do ano, independente das fases fenológicas da videira e da evaporação do tanque classe A. Verificou-se, portanto, que o manejo de água da cultura da videira, na propriedade onde o estudo foi realizado, foi duplamente afetado, o que pôde ter contribuído para a obtenção de produtividades baixas e frutos com qualidade que não atenderam às exigências de mercado.

Para minimizar os problemas advindos da operacionalização do sistema de irrigação, recomenda-se que seja feito, pelo menos, um teste de distribuição de água, em três subunidades de rega distintas, nos sistemas de irrigação localizada, uma vez por ano.

Soares et al. (1997), analisando o manejo de água em videira sob irrigação por gotejamento, utilizando emissores tipo labirinto em linha com vazão de 4,00l/h, em areia quartzosa, em Petrolina-PE, verificaram que o Coeficiente de Uniformidade médio foi de 84% para uma vazão média de 4,00l/h. Verificaram, também, que a lâmina de água é variável ao longo do ciclo fenológico da videira, e que o tempo de irrigação é parcelado em nove partes iguais, ao longo do dia, em decorrência da baixa capacidade de retenção de água desse solo.

ANEXO III

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

A Figura 22 ilustra o esquema de instalação e de leitura dos tensiômetros.

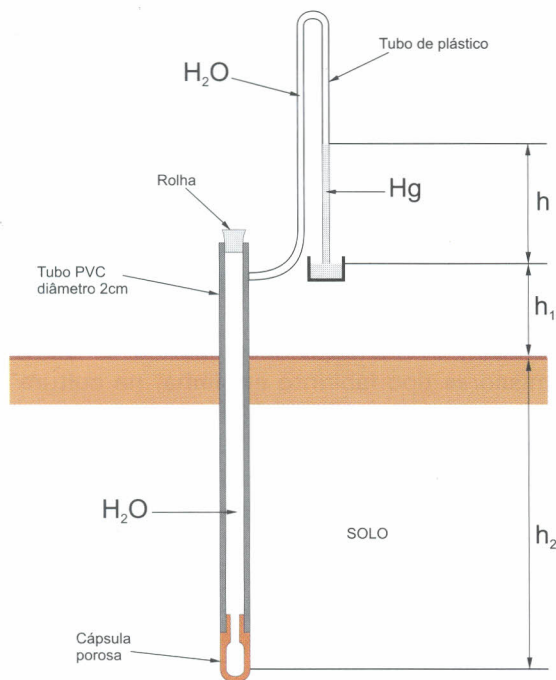


Fig. 22. Esquema de instalação e de leitura de um tensiômetro de mercúrio.

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, as leituras dos tensiômetros instalados nas áreas devem ser feitas. O potencial de água no solo é obtido pela seguinte equação:

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

em que:

h_m = Potencial de água no solo (cb);

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

h_1 = Altura do nível de mercúrio na cuba, em relação à superfície do solo (cm);

h_2 = 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 Figura 23 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.

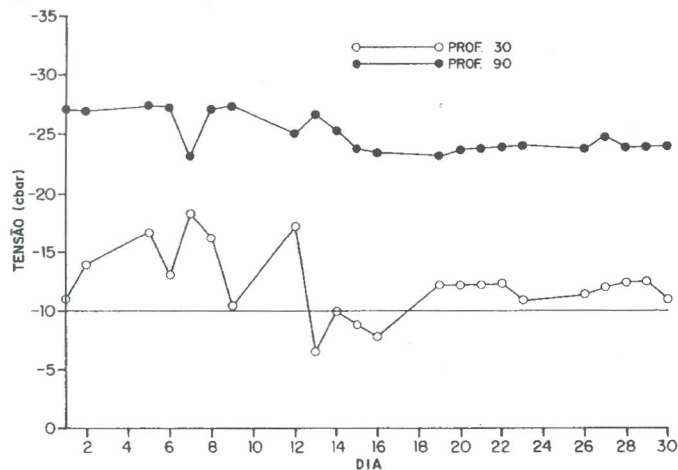


Fig. 23. Comportamento do nível de água no solo monitorado através de tensiometria ao longo do tempo para duas profundidades distintas.

ANEXO IV

Procedimentos para a preparação e injeção de soluções de fertilizantes por meio 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 se misturar dois ou mais fertilizantes, no sentido de reduzir a possibilidade de formação de precipitados, tanto no tanque de solubilização quanto no entupimento dos emissores (Figura 24);
- quantificar o(s) fertilizante(s) a ser(em) injetado(s), de acordo com o planejamento da fertirrigação por subunidade de rega;
- adicionar água no 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;

	Uréia	Nitrato de amônia	Sulfato de Amônia	Nitrato de Cálcio	Nitrato de Potássio	Cloreto de Potássio	Sulfato de Potássio	Fosfato de Amônia	Fe, Zn, Cu e Mn Sulfato	Fe, Zn, Cu e Mn Quelato	Sulfato de Magnésio	Ácido Fosfórico	Ácido Sulfúrico	Ácido Nítrico
Uréia	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Nitrato de amônia	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Sulfato de Amônia	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Nitrato de Cálcio	Compatível	Compatível	Incompatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Nitrato de Potássio	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Cloreto de Potássio	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Sulfato de Potássio	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Solubilidade Reduzida	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Fosfato de Amônia	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Fe, Zn, Cu e Mn Sulfato	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Incompatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Fe, Zn, Cu e Mn Quelato	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Incompatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível
Sulfato de Magnésio	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Incompatível	Compatível	Compatível	Compatível
Ácido Fosfórico	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Incompatível	Compatível	Compatível
Ácido Sulfúrico	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Incompatível	Compatível
Ácido Nítrico	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Compatível	Incompatível

■ Incompatível ■ Solubilidade Reduzida □ Compatível

Fig. 24. Compatibilidade entre vários tipos de fertilizantes minerais quando solubilizados em água e misturados num mesmo recipiente (Fonte: LANDIS et al. 1989, citados por Villas Boas et al., 1999).

- f) 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;
- g) observar recomendações específicas de cada fertilizante, quanto ao tempo de agitação e necessidade de repouso da solução;
- h) após a preparação da solução, transferi-la para o tanque de sucção. Durante este processo, recomenda-se não agitar a solução e fazer uma pré-filtragem, utilizando uma peneira de malha fina;
- i) 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;
- j) durante a injeção da solução, recomenda-se não mais agitar a solução no tanque de sucção, para que impurezas ou resíduos dos fertilizantes não sejam injetados no sistema de irrigação.

Informações específicas referentes à preparação de soluções de alguns fertilizantes

- a) para a **uréia e/ou sulfato de amônia**, recomendam-se 20 min de agitação e mais 10 min de repouso no tanque de dissolução;
- b) para o **cloreto de potássio**, recomenda-se 20 min de agitação, quebrar os torrões, que porventura sejam formados no fundo do tanque, reiniciar o processo de agitação por mais 20 a 30 min e deixar em repouso, também, durante 20 a 30 min, enquanto procede-se à retirada da espuma gelatinosa sobrenadante;
- c) para o **MAP**, recomenda-se 20 min de agitação, quebrar os torrões que porventura sejam formados no fundo do tanque, reiniciar a agitação por mais 40 min, deixar em repouso, no mínimo, durante 6 h. O ideal é preparar essa solução no dia anterior à sua injeção no sistema;
- d) para o **nitrato de cálcio**, deve-se seguir os mesmos procedimentos recomendados para o MAP, além de proceder-se à retirada do gel sobrenadante;
- e) para os demais fertilizantes, à exceção dos líquidos, a maneira de preparação das respectivas soluções deverá enquadrar-se num dos procedimentos descritos anteriormente, com alguns ajustes.

8.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, J.S. de; BASSOI, L.H.; LIMA FILHO, J.M.P.; RIBEIRO, H.A.; SILVA, M.R. da **Suspensão da irrigação na pré-colheita da uva Itália e sua conservação pós-colheita**. Petrolina, PE: [s.n.], 1996. 9p.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. il. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- BASSOI, L.H.; ASSIS, J.S. de Distribuição do sistema radicular de videiras irrigadas em Latossolo Vermelho Amarelo do Trópico Semi-Árido. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1.; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., 1996, Águas de Lindóia, SP. **Anais....** Piracicaba: USP/ESALQ/SLCS/SBCS/SBM, 1996. CD-ROM.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5.ed. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 1989. 596p.
- BURT, C.; CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertirrigation**. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center California Polytechnic State University, 1995. 295p. il.
- CORDEIRO, G.G.; SOARES, J.M. ; RICHÉ, G. Monitoramento do lençol freático e da salinidade do solo. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina, PE). **Rede de cooperação técnica entre a EMBRAPA-CPATSA/ Fazenda FRUTIVALE**: relatório técnico de atividades de pesquisas desenvolvidas na cultura da videira e da mangueira. Petrolina, PE, 1994. p.96-109. Não publicado.
- COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.E. de; ALVES, V.M. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n. 39, p. 63-68, 1986.
- 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. **Efeito da água no rendimento dos cultivos**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.il. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 33).
- GARCIA BENAVIDES, J.; LOPEZ, DiAZ, J. Formula para el calculo de la evapotranspiracion potencial adaptada al trópico (15o N - 15o S). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 20, n. 5, p. 335-345, 1970.
- 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. **Resumenes...** Santiago: Pontificia Universidad Catolica de Chile, Facultad de Agronomia - DCV, 1986. [n.p.].

- HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brazil**. Logan: Utah State University, 1974. 55p.
- HERNANDEZ ABREU, J.M.; RODRIGO LOPEZ, J. **El riego por goteo**. Madrid: Ministério de agricultura, 1977. 32p. il. (Espanha. Ministério de Agricultura. Hojas Divulgadoras, 11-12/77 HD).
- HERNANDEZ ABREU, J.M.; RODRIGO LOPES, J.; PEREZ REGALADO, A.; GONZALEZ HENANADEZ, J.F. **El riego localizado**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987. 317p.
- JENSEN, M.E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 332p.
- MERRIAM, J.L.; KELLER, J.; ALFARO, J. **Irrigation system evaluation and improvement**. Logan: Utah State University, 1973. 172p.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; PINTO, J.M. **Caracterização hidráulica de microaspersores**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABID, 1991. v. 1, p.191-243.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M. **Bulbo infiltrômetro**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 6p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 32).
- PINTO, J.M.; SOARES, J.M. **Fertirrigação - a adubação via água de irrigação**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1990. 16p. (EMBRAPA-CPATSA, Documentos 70).
- RICHARDS, D. The grape root system. **Horticultural Reviews**, v.5, p.127-168, 1983.
- 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.; ARRAES, G. T. **Influência da irrigação no período de repouso fenológico e de sua interação com reguladores de crescimento em videira sob irrigação localizada**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA. [s.d.]. Não publicado.
- SOARES, J.M.; BASSOI, L.H. Distribuição do sistema radicular da videira em Vertissolo sob irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1995. p. 1865-1867.
- SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da; CAMPELLO, G.B.; MOTA, C.A.; FARIA, D.S. de; CURSIER, R.; SANTOS, E.D.; VELOS, C.; AZEVEDO, H.M. de; SILVA, D.A. da; NOGUEIRA, F.C.; MARINHO, F.; BERNARDINO, J.; SUASSUNA, J. **Irrigação localizada: conceitos e definições**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA. [s.d.]. 44p. (Circular Técnica). No prelo.
- SOARES, J.M.; LIMA, M.I. de; CORDEIRO, G.G.; PEREIRA, J.R.; NASCIMENTO, T.; BARRETO, D.S.B. Monitoramento de manejo de água e nutrientes em videira sob irrigação por gotejamento na Fazenda Boa Esperança. In: SOARES, J.M. et al. **Rede de cooperação técnica entre a EMBRAPA-CPATSA/Fazenda Boa Espe-**

rança: relatório técnico de atividades de pesquisas desenvolvidas na cultura da videira e da mangueira. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1997. Não paginado. Não publicado.

SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; CASTRO NETO, M.T. de; SILVA, D. D da. Monitoramento do manejo de água na cultura da videira a nível de campo sob irrigação por gotejamento. In: EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina, PE). **Rede de cooperação técnica entre a EMBRAPA-CPATSA/FAZENDA FRUTIVALE:** relatório técnico de atividades de pesquisas desenvolvidas nas culturas da videira e da mangueira. Petrolina, PE, 1994. p.3-39. Não publicado.

SOARES, J.M. ; NASCIMENTO, T. Interação entre percentagem de área molhada por planta e frequência de irrigação sob irrigação por gotejamento, videira. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA. **Resumo.** 1995a, 2p.

SOARES, J.M. ; NASCIMENTO, T. Interação entre percentagem de área molhada por planta e frequência de irrigação sob irrigação por microaspersão, videira. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA. **Resumo.** 1995b, 2p.

SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; PINTO, J.M. **Avaliação técnica de sistemas de irrigação localizada.** Petrolina-PE: EMBRAPA-CPATSA. 34p. No prelo.

VILLAS BOAS, R.L.; BULL, L.T.; FERNANDES, D.M. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M.V. **Fertirrigação:** citrus, flores, hortaliças. Guaíba, RS: Ed. Agropecuária, 1999. Cap.4, p.293-353.