

# IRRIGAÇÃO DA VIDEIRA<sup>1</sup>

**José Monteiro Soares<sup>(2)</sup>**

**Francisco Fernandes da Costa<sup>(3)</sup>**

**Jason A. da Silva Leite<sup>(4)</sup>**

- 1) Apostila apresentada no Curso sobre Manejo da Cultura e Agronegócio da Uva de Mesa, realizado de 12 a 14 de dezembro de 2000 em Petrolina, PE.
- 2) Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Embrapa Semi-Árido, Cx. Postal 23, 56.300-970, Petrolina-PE.
- 3) Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Irrigação do Vale Ltda; Rua do Juazeiro, 54 - Areia Branca 56.300-000 Petrolina-PE.
- 4) Engenheiro Agrônomo, PROJETAR Ltda - Vila Eduardo, 56.300-000 Petrolina-PE.

# IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA VIDEIRA <sup>1</sup>

José Monteiro Soares<sup>2</sup>  
Francisco Fernandes da Costa<sup>3</sup>

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

## 1. Planejamento da Irrigação

O planejamento da irrigação de uma área compreende uma série de etapas importantes, tomando por base os estudos básicos da área, o plano de exploração agrícola e outras informações no que diz respeito a 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 qualidade que atenda às exigências dos mercados consumidores, conserve a capacidade produtiva dos solos e condicione 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 do projeto de irrigação.

### 1.1. Parâmetros climáticos

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, devendo-se utilizar série de dados com pelo dez anos de registros.

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 a metodologia mais acessível e mais confiável. Existem alguns programas de computadores, tais como:

-----  
<sup>1</sup>SOARES, J.M. & COSTA, F.F. da. **Irrigação**. In: **Informações Técnicas sobre a cultura da manga no semi-árido brasileiro**. EMBRAPA-SPI, Brasília, DF, 1995, p.43-80.

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. M.Sc. em Irrigação e Drenagem; Embrapa Semi-Árido; Caixa Postal 23, 56300-000 Petrolina, PE. E-mail:monteiro @ cpatsa.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. M.Sc. em Irrigação e Drenagem; DSF - Irrigação do Vale Ltda; Rua do Juazeiro, 54 - Areia Branca, 862.2775. CEP 56.300-000 Petrolina, PE.

**Cropwater e Criwater** que facilitam os cálculos da evapotranspiração de referência. Na indisponibilidade desses programas, podem-se utilizar fórmulas empíricas indicadas para a região semi-árida do Nordeste, como segue:

**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<sub>to</sub> = Evapotranspiração de referência (mm/mês);
- FET = Fator de evapotranspiração (mm/mês), obtido a partir da latitude do local do projeto (Tabela 1);
- T = temperatura média mensal (°C);
- UR = Umidade relativa média do ar (%).

Tabela 1. 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).

Obs.: Valores mensais de Eto para vários municípios do Nordeste podem ser encontrados na publicação - HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brazil**. Logan: Utah State University, 1974. 55p.

**b) Cálculo da evapotranspiração de referência, pela fórmula de Benavides & López (1970)**

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

em que:

Eto = 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 Benavides & Lopez (1970), pode ser feito através da fórmula mencionada anteriormente ou através da Tabela 2. Essa metodologia apresenta uma correlação de 86% em relação à evapotranspiração potencial medida, portanto, superior à correlação obtida com a fórmula de Hargreaves.

**c) Cálculo da evapotranspiração de referência, pela evaporação do tanque classe A**

$$Eto = Kp \times Et$$

em que:

Eto = Evapotranspiração de referência (mm/mês);

Kp = Fator de tanque (Tabela 3)

Et = Evaporação do tanque classe A

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

Fonte: Benevides & López (1970).

Tabela 3. Fator de tanque classe A ( $K_p$ ) para diferentes níveis de cobertura vegetal e de umidade relativa para regiões semi-áridas.

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

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

Fonte: Doorenbos & Kassam (1994).

**d) Cálculo da evapotranspiração de referência, pelo método de Penman-Monteith (1968).**

Esta metodologia destaca-se como uma das metodologias que melhor estima a evapotranspiração de referência, mais também destaca-se como a mais complicada, devendo ser obtida através de computadores.

### e) Cálculo da precipitação efetiva

Segundo Blaney & Criddle (1961), a precipitação efetiva pode ser calculada como segue:

$$Pe = f \times P$$

em que:

Pe = Precipitação efetiva (mm);

f = Fator de correção (Tabela 4);

P = Precipitação real diária (mm).

Tabela 4. Fator de correção da precipitação (f)

Precipitação mensal (mm)	Coef. de aproveitamento decrescente	Precipitação efetiva acumulada (mm)	efetiva acumulada (mm)
25	0,95	$25 \times 0,95 = 24$	24
50	0,95/0,90	$25 \times 0,95 + 25 \times 0,90 = 47$	47
75	0,95/0,90/0,82	$25 \times 0,95 + 25 \times 0,90 + 25 \times 0,82 = 68$	68
100	0,95/0,90/0,82/0,65	$25 \times 0,95 + 25 \times 0,90 + 25 \times 0,82 + 25 \times 0,65 = 84$	84
125	0,95/0,90/0,82/0,65 / 0,45	$25 \times 0,95 + 25 \times 0,90 + 25 \times 0,82 + 25 \times 0,65 + 25 \times 0,45 = 95$	95
150	0,95/0,90/0,82/0,65 / 0,45/0,25	$25 \times 0,95 + 25 \times 0,90 + 25 \times 0,82 + 25 \times 0,65 + 25 \times 0,45 + 25 \times 0,25 = 101$	101
175	0,95/0,90/0,82/0,65 / 0,45/0,25/0,05	$25 \times 0,95 + 25 \times 0,90 + 25 \times 0,82 + 25 \times 0,65 + 25 \times 0,45 + 25 \times 0,25 + 25 \times 0,05 = 102$	102

Fonte: Blaney & Criddle (1961).

Obs.: A precipitação de 50mm, por exemplo, deve ser desdobrada em duas parcelas de 25mm antes de ser multiplicada pelo coeficiente.

Obs.: Valores menores que 10mm devem ser desprezados.

**f) Cálculo da necessidade líquida de água de irrigação mensal para o pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA**

Para o cálculo da Eto utilizou-se a metodologia de Penman-Monteith (1968) em base a uma série de dados de ... anos coletados na estação meteorológica do Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina-PE (Embrapa Semi-Árido), conforme Tabela 5.

A necessidade de irrigação líquida é obtida através da seguinte fórmula:

$$NIL = Eto - Pe$$

Em que:

NIL= Necessidade de Irrigação líquida de (mm/mês);

Tabela 5. Necessidade de irrigação líquida mensal para o pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA.

Meses	Eto	P	PE	NIL	
	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/dia
Jan	151,28	71,40	63,80	87,48	2,82
Fev	138,32	88,40	75,46	62,86	2,25
Mar	141,05	136,60	97,15	43,90	1,42
Abr	129,30	90,20	76,63	52,67	1,76
Mai	121,83	19,80	18,81	103,02	3,32
Jun	111,00	11,50	10,93	100,07	3,34
Jul	119,97	8,60	0	119,97	3,87
Ago	146,01	4,90	0	146,01	4,71
Set	173,70	5,40	0	173,70	5,79
Out	194,37	9,20	0	194,37	6,27*
Nov	170,40	49,50	45,80	124,60	4,15
Dez	167,40	75,60	62,57	91,80	2,96
Total	1.764,63	571,10	451,15	1.276,77	-

Fonte: Embrapa ??

Obs.: \* O maior valor obtido deve ser escolhido para o cálculo da lâmina bruta de irrigação em função da cultura e o do sistema de irrigação selecionados.

## **g) 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:

$$E_{tc} = E_{tr} \times K_c$$

Em que:

$E_{tc}$  = Evapotranspiração real da cultura (mm/mês ou mm/dia);

$K_c$  = Coeficientes de cultura.

## **2. 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, arranjados 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 estas variações de concepção de projetos, tem-se verificado muitos acertos, mas, também, erros grosseiros.

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

## 2.1. 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. 1995). 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).

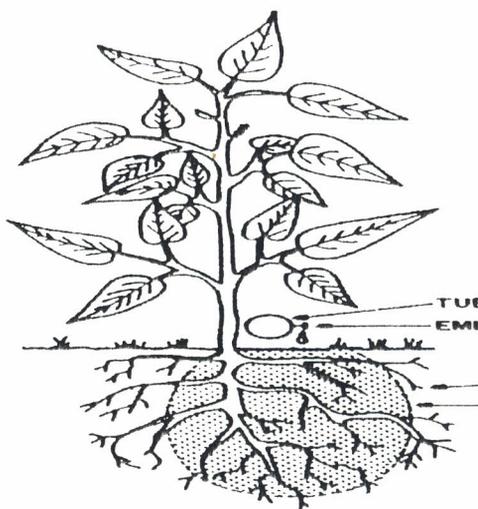


Figura 1. Comportamento do bulbo molhado e a distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por gotejamento.

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 nos solos do Vale do São Francisco, recomenda-se que este parâmetro seja determinado em condições de campo, para cada mancha de solo.

A seção transversal do volume de solo molhado por emissor denomina-se área molhada. Segundo Hernandez Abreu & Rodrigo Lopez (1977), este parâmetro geralmente é medido a 20 cm de profundidade, quando se trata de solos não cultivados e com perfil uniforme. No caso de solos estratificados, deve-se levar em consideração a área molhada formada na camada do solo predominante no seu perfil. A medição desse parâmetro em solo já cultivado deve ser feita na profundidade em que a densidade radicular seja máxima em relação à superfície do solo (Merriam et al., 1973).

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

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, este parâmetro pode variar entre 33 e 50% da área ocupada pela planta.

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 têm sido o desempenho da cultura. Ou seja, os resultados de produtividade e de qualidade dos frutos só tem alcançado níveis satisfatórios quando a percentagem de área molhada por planta, a 20 cm de profundidade, é superior a 40%.

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 se constatou diferença significativa para produtividade de frutos.

As dimensões do bulbo molhado podem ser determinadas através de um aparelho denominado bulbo infiltrômetro desenvolvido por Nascimento & Soares (1989).

## 2.2. 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. Neste sistema de irrigação, as dimensões do bulbo molhado dependem, quase que exclusivamente, do alcance e da intensidade de aplicação ao longo do raio do emissor e do volume de água aplicado por irrigação (Fig. 2).

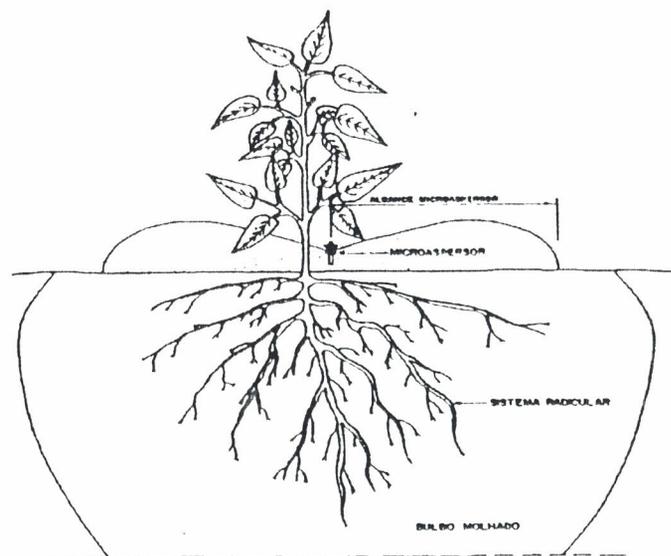


Figura. 2. Comportamento do volume de solo molhado e a distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por microaspersão.

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

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 a redução da temperatura e a elevação da umidade do ambiente, tem condicionado a obtenção de uvas de muito melhor qualidade, principalmente nos ciclos de produção do segundo semestre (setembro a dezembro), quando comparado com outros sistemas de irrigação.

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), Jatíssimo, dentre outros, saíram de linha. Atualmente predominam no mercado, emissores autorreguláveis, importados, tais como Dan Sprinkler 2001, Naan, 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, tende a encarecer bastante o 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. Esta característica pode comprometer o coeficiente de uniformidade de distribuição e, conseqüentemente, a eficiência do sistema de irrigação;

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, associado 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.

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

### **2.3. 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 a superfície horizontal (aspersores de sobrecopa e sobcopa) e quanto ao diâmetro dos bocais.

A aspersão do tipo sobcopa tem sido utilizado trazendo alguns transtornos para o manejo de água, em decorrência da interseção do jato de água com o caule das plantas. Esta interferência na distribuição de água pode proporcionar a obtenção de baixos coeficientes de uniformidade de distribuição de água. Enquanto que, a irrigação por aspersão tipo sobrecopa também é bastante afetada pela ação da velocidade do vento. 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%.

### **2.4. 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. 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. Trata-se de um sistema de irrigação que pode adaptar-se bem a exploração de culturas frutícolas em solos argilosos.

Soares et al. (1994), avaliando o desempenho do sistema de irrigação por sulcos utilizando tubos janelados móveis em videira, em solos Podzólico 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 para a 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.

### **3. 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 do Submédio São Francisco. Tem-se verificado que, na maioria das propriedades desta região, a lâmina de água aplicada ao longo do ciclo fenológico da planta é praticamente constante. 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.

#### **3.1. 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.

##### **3.1.1. 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 molhados 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 molhados

b) **período de plantio e de desenvolvimento inicial** - durante os primeiros dias após o transplante das mudas, as irrigações devem ser feitas diariamente e em período de tempo, dependendo 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. Este 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.

c) **período de enxertia a nível de campo** - tem-se observado na região semi-árida do Nordeste brasileiro, que durante o período de 30 a 45 dias que antecedem a enxertia a nível de campo, 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 está bem hidratada para facilitar o pegamento do enxerto;

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. Esta 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 da evaporação média diária

$$E_{tm} = \frac{Et_1 + Et_2 + Et_3 + Et_4 + Et_5 + Et_6 + Et_7}{7}$$

em que:

$E_{tm}$  = Evaporação média diária (mm);

$Et_1, 2, 3, \dots, 7$  = Evaporação diária (mm);

Vale salientar que em 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 técnicas dos empreendimentos agrícolas, esta é 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 (Tabela 6);

Kp = Fator de tanque (Tabela 3). Anexo I – Procedimentos para instalação de um tanque de evaporação;

Etm = Evaporação do tanque classe A média diária ou dado tabelados (mm).

CU = Coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação (%), podendo também ser substituído pela eficiência de irrigação (%). Valor aceitável – Gotejamento > 85% e microaspersão > 80%. Anexo II – Procedimentos para avaliação de sistema de irrigação;

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

Tabela 6. Coeficientes de cultura (Kc) da videira ajustados para a região do Submédio São Francisco, referentes a cada fase fenológica.

Fases fenológicas da cultura da videira	Duração (dias)	Coeficiente de cultura
Repouso após a colheita	20 a 30	0,20
Repouso que antecede a poda	10	0,70
Brotação da gemas e desenvolvimento inicial dos ramos	30	0,40 a 0,50
Floração até chumbinho	10	0,50
Primeira fase de crescimento das bagas	25	0,80
Parada de crescimento das bagas	20	0,50
Segunda fase de crescimento das bagas	20	0,80
Maturação a colheita	10 a 25	0,40

Fonte: Soares & Costa, 1998.

### - Cálculo do tempo de irrigação

Com base nestes 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.

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

em que:

$A_p$  = área formada pelo espaçamento entre plantas ( $m^2$ );

$q$  = vazão do emissor (l/h);

$n$  = número de emissores por planta.

### - Cálculo do volume de água por subunidade de rega

Para os sistemas semi-automatizados de gotejamento ou microaspersão, em que o manejo de água é feito em base a volume, deve-se determinar o volume de água por subunidade de rega, como segue:

$$V = 10 \cdot L_b \cdot A$$

onde:

$V$  = volume de água por unidade de rega ( $m^3$ )

$A$  = área da subunidade de rega (ha).

Assis et al. (1996), estudando o efeito do manejo de água no período de pré-colheita na videira var. 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, no teor de sólidos solúveis (TSS) e na acidez titulável 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 aumentava a duração do estresse hídrico no solo.

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.

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. Por outro lado, quando o estresse é severo, os estômatos fecham-se e as folhas podem cair prematuramente, provocando a redução da atividade fotossintética, e conseqüentemente, a produção e acumulação de carboidratos.

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 trata-se 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.

### **3.1.2. 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 distintos num mesmo pomar e num mesmo período. Nestas 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 caro a instrumentalização e a manutenção do processo e cansativa 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 do 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 100m x 100m ou retangulares de 100m x 200m. As leituras do nível do lençol freático podem ser feitas quinzenal ou mensalmente, no sentido de identificar-se, em tempo hábil, os pontos críticos da área cultivada. Sugere-se que o lençol freático seja mantido abaixo de 2,00m 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, Juazeiro-BA, constataram que a profundidade média, ao longo do ano, foi de 1,22m. Nas áreas mais críticas, a altura do lençol freático era inferior a 0,50m, em mar/93, tendo baixado para 1,00m, em jun/93 e para 1,54m em dez/93, após a limpeza dos drenos coletores (Fig. 3).

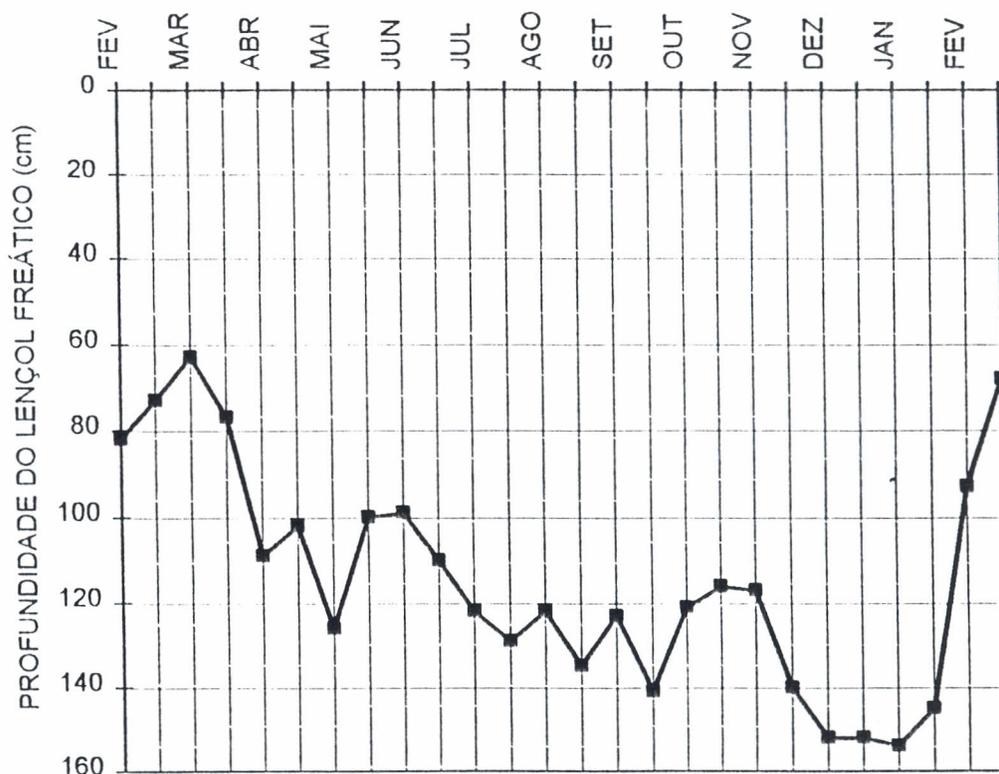


Figura 3. Flutuação do lençol freático no perfil do solo ao longo do ano de 1993, na cultura da videira, num Podzólico Amarelo a Amarelo Avermelhado Distrófico, Juazeiro-BA.

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 paralização da absorção de água e nutrientes, e conseqüentemente, a morte das raízes. E por outro lado, provocam a oxidação do ferro e do manganês, tornando-os disponíveis a 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.

### 3.2. 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.

#### 3.2.1. 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:

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

em que:

Lb = Lâmina bruta (mm);

CC= Capacidade de campo (%);

PM= Ponto de murcha (%);

Da= Densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>);

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 as perdas de água por evaporação quanto o aquecimento do solo podem

ser minimizados. Desse modo, dependendo do tipo de solo, as irrigações também podem ser minimizadas, 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 3);

Kc = Coeficiente de cultura (Tabela 6);

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 da lâmina bruta. Quando a lâmina bruta se aproximar do nível de equivalência de água no solo, está definido o momento da irrigação. O nível de equivalência de água no solo deve ser calculado pela fórmula seguinte:

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

em que:

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

CC = Capacidade de campo (%);

PM = Ponto de murcha (%);

Da = Densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>);

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** – Similar a irrigação localizada.

### 3.2.2. 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 3.1.2. Desse modo, é de extrema importância o conhecimento do comportamento do sistema radicular da cultura em cada local específico.

### 3.3. 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:

#### 3.3.1. Manejo da água aplicada ao solo

a) **período de pré-plantio, plantio e de desenvolvimento inicial** - recomenda-se proceder como descrito para irrigação localizada.

b) **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, no sentido de proporcionar 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 ou microbacias dispõem-se de maneira independente.

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

c) **período de repouso fenológico** - recomenda-se proceder com descrito para irrigação localizada.

### 3.3.2. 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.

## 4. Comportamento do Sistema Radicular da Videira

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 pode ser bastante distinta 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 aplicada em cada irrigação.

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, poderia está afetando a nutrição da planta, uma vez que os fertilizantes ficavam quase que totalmente expostos na superfície do solo, onde a concentração de raízes era mínima.

Soares & Bassoi (1995), analisando a distribuição horizontal do sistema radicular da videira var. 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 perfis situados a 30, 60 e 90cm em relação ao centro da fileira de plantas, respectivamente. Quando considera o sistema de irrigação por microaspersão, verificaram que estas concentrações foram de 36,39, 33,76 e 16,38%. Nota-se, 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 trata-se de um solo argiloso com elevada infiltração lateral. Quando se analisou a distribuição vertical de raízes, constataram que 90% delas estavam concentradas na profundidade de 0 a 30cm, em ambos sistemas de irrigação, apesar de tratar-se de um solo profundo.

Bassoi & Assis (1996), estudando o sistema radicular da videira var. Itália, sob irrigação localizada, em Latossolo Vermelho Amarelo, constataram que a irrigação por microaspersão apresentou uma distribuição mais uniforme, ao longo do perfil de solo, do que sob 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 estes sistemas de irrigação, quanto a 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.

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 diretamente a aeração e a resistência mecânica e indiretamente, a temperatura do solo e o suprimento de nutrientes. A manipulação ambiental do solo, através 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 a flora e a fauna do solo e a flocculação da argila do subsolo, podem influenciar no desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Richards, 1983). Além destes, outros fatores também 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 sulco 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.

Tem-se constatado na região do Submédio São Francisco, que a altura média anual do lençol freático em relação à superfície do solo, ao 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. Esta deformação

também afeta a distribuição do sistema radicular das plantas, tornando-os mais dispersos e menos profundo e, conseqüentemente, menos eficientes na absorção de nutrientes.

## **5. 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, 1986).

Os fertilizantes que apresentam as melhores características para serem aplicados via água de irrigação, são os produtos solúveis em água e os em solução aquosa. Estes fertilizantes podem apresentar-se de forma isolada ou em combinações de dois ou mais elementos. Maiores detalhes sobre as características dos fertilizantes utilizados via água de irrigação poderá ser encontrado no capítulo sobre "Adubação e nutrição" deste livro.

### **5.1. Vantagens e desvantagens da fertirrigação**

#### **5.1.1. Vantagens**

- a) economia de fertilizantes, devido a sua aplicação no volume de solo, onde a concentração de raízes de absorção de água e nutrientes é bastante alta;
- b) menores perdas por volatinização 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.

#### **5.1.2. 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 a falta de informações acerca dos aspectos citados abaixo:

- a) entupimento dos emissores por precipitações causadas devido a incompatibilidade entre fertilizantes e a qualidade da água de irrigação e/ou devido a 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.

## **5.2. 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 a sua aplicação pelo homem; da necessidade de mobilidade dos equipamentos a serem utilizados para a injeção de fertilizantes, entre outros fatores.

De um modo geral, a injeção de fertilizantes pode ser feita mediante diversos equipamentos, que funcionam por meio de diferença de pressão ou bombeamento e gravidade. Dentre os mais usados na região do Submédio São Francisco, podem-se relacionar o tanque de fertilizantes, bombas injetoras de acionamento hidráulico, injetores tipo Venturi ou sucção paralela. Dentre estes 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 durante o tempo da fertirrigação.

Assim, para obter-se uma fertirrigação satisfatória, faz-se necessários 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; 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., para camadas mais profundas do solo.

## **5.3. 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 estas 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 (Burd 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 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.

## 6. Anexos

### 6.1. Anexo I - Tanque Classe A, Instalação e Operação.

Como o tanque de evaporação classe A é a base do manejo de água na fazenda, 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 4. 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 evapométrica deve sempre ser aparada.

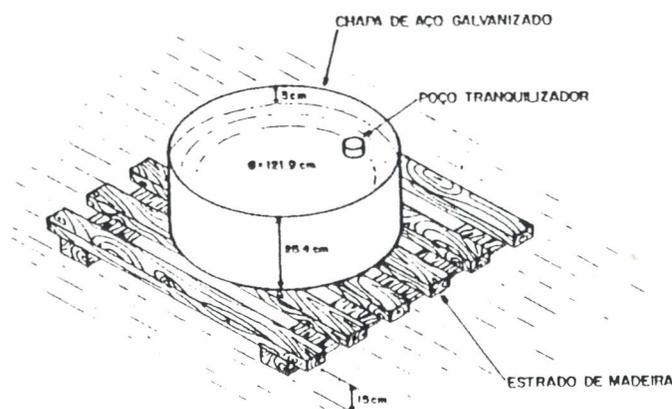


Figura 4. Esquema de instalação de um tanque de evaporação Classe A.

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

## 6.2. Anexo II - Manutenção e avaliação de sistemas de irrigação localizada

### 6.2.1. Manutenção do sistema de irrigação localizada

A manutenção do sistema de irrigação deve ser bastante rigorosa, visando manter os parâmetros hidráulicos calculados para cada projeto específico, podendo destacarem-se dentre eles, os seguintes:

- Limpeza do sistema de filtragem de água – De um modo geral, sob irrigação por gotejamento, o sistema de filtragem de água é composto por filtros de areia e por filtros de tela ou apenas por filtros de disco enquanto que sob irrigação por microaspersão a filtragem de água é feita através de filtros de tela ou de discos. Geralmente, nos projetos de médio a grande porte, a limpeza do sistema de filtragem de água é automatizada. Caso contrário, deve-se fazer a limpeza manualmente, toda vez que a pressão depois do filtro (PDF) alcançar um valor igual ou maior que 5 mca, para filtros de areia, tela e disco;
- Revolvimento da areia do filtro de areia – A frequência com que a areia deste filtro deve ser revolvida depende do conteúdo de argila em suspensão na água de irrigação, podendo variar de 7 a 20 dias;
- Limpeza das linhas ramais e laterais – A frequência de limpeza dos terminais destas linhas deve ser feita de 15 a 30 dias, dependendo do conteúdo de argila em suspensão na água de irrigação.

## 6.2.2. Avaliação do Sistema de Irrigação por gotejamento numa empresa privada da região do Submédio São Francisco (Soares et al., 1997).

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.

### Metodologia

Compreendeu a realização de testes nas subunidades de rega de números 1,3 e 4 do Setor 01 para determinação do desempenho do sistema de irrigação por gotejamento. Dentre os parâmetros mensurados podem-se destacar a pressões de serviço, vazão e Uniformidade de Distribuição. Foi adotada a metodologia denominada Novo Método, por ter-se apresentado como a mais adequada para avaliação de sistema de irrigação por gotejamento (Pinto et al., 1988).

Foram adotados os seguintes procedimentos:

a) As pressões de serviço (PAF e PDF) foram tomadas no cabeçal de controle, no início e no final de cada teste. Também foram tomadas pressões na primeira linha gotejamento de cada subunidade de rega;

b) Cada subunidade de rega foi dividida numa malha quadrada, selecionando-se as linhas laterais situadas a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 e 7/7 e os emissores situados a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 e 7/7 ao longo de cada linha lateral;

c) Para cada emissor escolhido, coletou-se o volume de água durante três minutos, que em seguida foi transformado em vazão (l/h);

d) Com base nos dados obtidos, foram calculadas as vazões médias e as coeficiente Uniformidades de Distribuição, para cada teste, tendo a Uniformidade de Distribuição, sido obtida com base na seguinte equação:

$$NC = \frac{100 \cdot q}{Q}$$

em que:

NC = coeficiente de uniformidade, em %;

q = média das duas menores vazões, em l/h;

Q = média geral das vazões, em l/h;

**Obs.:** Utilizou-se também a metodologia de (Pattern-Efficiency) que consiste na divisão das subunidades de rega em apenas quatro partes (primeira linha, linhas situadas a 1/3 e 2/3 e a última linha) e quatro emissores (primeiro emissor, emissores situados a 1/3 e 2/3 e o último emissor) e cujo Coeficiente de Uniformidade de Distribuição é dado por:

$$CUD = \frac{100 \times q}{Q}$$

em que:

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

q = média de 25% das vazões menores, em l/h;

Q = média geral das vazões, em l/h;

## Resultados

As Tabelas 7 a 10 mostram o desempenho dos sistema de irrigação por gotejamento com base em testes realizados nas subunidades de rega de números 1, 3 e 4 do setor 01.

Tabela 7: Vazões obtidas na subunidade de rega 3 do setor 01 em 07/02/96, sob irrigação por gotejamento em videira.

Vazão (l/h)								
Linha/emissor	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	Média
1/7	4,64	4,30	4,25	5,39	5,45	5,35	3,90	4,75
2/7	4,06	3,65	3,65	3,50	3,30	3,45	3,15	3,54
3/7	4,50	4,30	4,10	4,20	4,05	4,00	3,40	4,10
4/7	4,00	4,20	4,10	4,00	3,95	3,66	3,45	3,91
5/7	4,30	3,85	3,80	3,00	3,60	3,85	3,85	3,75
6/7	4,30	3,95	3,91	3,75	3,75	3,55	3,55	3,83
7/7	3,60	3,65	3,35	3,50	3,35	3,85	3,70	3,60

Tabela 8: Vazões obtidas na subunidade de rega 1 do setor 01 em 08/02/96, sob irrigação por gotejamento em videira.

Vazão (l/h)								
Linha/emissor	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	Média
1/7	4,55	4,10	4,25	4,20	4,60	4,55	4,30	4,37
2/7	4,40	4,00	4,00	3,75	3,60	3,75	3,50	3,86
3/7	3,90	4,06	3,95	3,95	3,90	3,85	3,55	3,88
4/7	3,65	4,20	4,05	4,10	3,35	3,30	3,15	3,68
5/7	4,30	4,30	3,85	4,15	4,05	3,95	3,70	4,05
6/7	3,50	3,35	3,35	3,35	3,25	3,30	3,30	3,35
7/7	2,45	3,10	3,70	3,95	3,55	3,95	3,65	3,50

Tabela 9: Vazões obtidas na subunidade de rega 4 no setor 01 em 08/02/96, sob irrigação por gotejamento em videira.

Vazão (l/h)								
Linha/emissor	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	Média
1/7	5,10	4,80	4,40	3,95	4,00	4,10	3,95	4,33
2/7	5,00	4,80	4,40	4,40	4,25	4,40	4,30	4,51
3/7	5,05	4,70	4,50	4,55	4,55	4,65	4,20	4,60
4/7	5,40	5,10	4,70	4,70	4,65	4,84	4,25	4,86
5/7	5,00	4,55	4,45	4,50	4,65	4,50	4,20	4,55
6/7	2,95	3,55	3,50	3,50	3,60	3,65	3,50	3,46
7/7	4,74	3,45	3,15	3,70	3,60	3,74	3,50	3,70

Observou-se através das Tabelas 7 a 9, que as vazões médias obtidas para cada linha lateral, variaram de 3,35 a 4,86 l/h, sendo que as menores vazões foram obtidas, sempre na extremidade final de cada subunidade de rega.

A Tabela 10 mostra as vazões médias para cada subunidade de rega, bem como as suas respectivas Uniformidades de Distribuição de Vazão.

Tabela 10. Vazões médias e Uniformidades de Distribuição de Vazão para cada subunidade de rega, para o sistema de irrigação por gotejamento em videira.

Teste	Pressão PAF (atm)	Pressão PDF (atm)	Vazão média (l/h)	Uniformidade de distribuição (%) <sup>1</sup>	Uniformidade de distribuição (%)
1	4.20	3.10	3,93 ± 0,41	78.44	86.20
2	4.03	2.81	3,81 ± 0,34	72.83	84.76
3	4.03	2.81	4,29 ± 0,51	71.30	81.10
média	4.08	2.91	4,01 ± 0,46	74.19	84.02

<sup>1</sup> UD obtida através do Novo Método    <sup>2</sup> UD obtida através da metodologia de Pattern-Efficiency.

Pode-se verificar que as variações de pressão PAF e PDF foram da ordem de 4,17 e de 9,97% em relação a média, respectivamente e, que a diferença de pressão (PAF-PDF) foi de 28,68%, que está de acordo com perda de carga permitida no cabeçal de controle (tabela 10).

Pode-se verificar também através da Tabela 10, que as vazões médias de cada subunidade de rega variaram de 3,81 a 4,29 l/h, cuja média geral foi de 4,01±0,46 l/h enquanto que as Uniformidades de Distribuição de vazão, pelo Novo Método, variaram de 71,30 a 78,60%, cujo valor média foi de 74.19% e pela metodologia de Pattern-Efficiency variaram entre 81,10 e 86,20%, apresentando-se ligeiramente abaixo dos valores (85 a 90%) recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para gotejamento em fruteiras com espaçamento superior a 2,00m, topografia uniforme e declividade inferior a 2%.

Dessa maneira, pode-se afirmar que a operacionalização do sistema de irrigação por gotejamento está sendo feita de acordo com as características do tipo de emissor utilizado no projeto.

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

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 era decorrente do elevado número de furos na mangueira, provocado por um inseto e de emissores fendilhados, que eram 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 era 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, era mantido constante em 6:00h/dia, com excessão dos domingos (3:00h), porém dividido em duas irrigações intermitentes. Vale salientar, que este tempo de irrigação permanece constante ao longo do ano, independente das fases fenológicas da videira e da evaporação do tanque classe A. Verifica-se portanto, que o manejo de água da cultura da videira, nessa Fazenda, estava sendo duplamente afetado, o que pode ter contribuído para a obtenção de produtividades baixas e de frutos com qualidade que não atende às exigências de mercado.

### **6.3. Anexo III - Procedimentos para instalação, coleta de dados e interpretação de resultados de tensiômetros.**

A Figura 5 ilustra o esquema de instalação e de leitura dos tensiômetros.

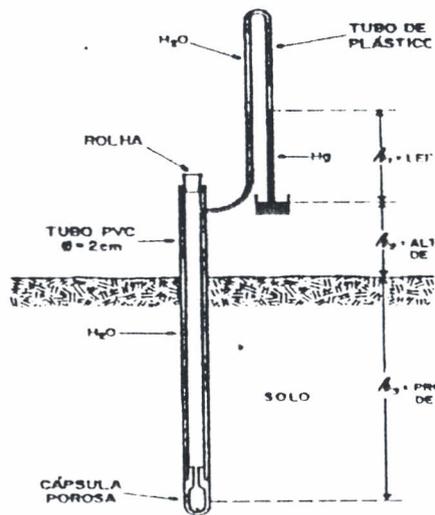


Figura 5. Esquema de instalação e de leitura de um tensiômetro de mercúrio.

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 essas tensões 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 quando a tensão de água no solo permanecer abaixo de 15 centibares durante uma semana de irrigação. 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:

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

em que:

$\phi$  = 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).

**Exemplo:** Calcule a tensão de umidade no solo para as seguintes condições:

$h = 15$  cm de Hg;

$h_1 = 30$  cm;

$h_2 = 30$  cm

$$\phi = - (12,6h - h_1 - h_2)/10 = - (12,6 \times 20 - 30 - 30)/10 = 12,90 \text{ cb}$$

**Obs.:** Este valor também pode ser transformado em porcentagem de umidade no solo, utilizando a curva de retenção de umidade, que deve ser determinada para cada local específico, conforme Figura 7.

Os dados obtidos deverão ser colocados num mesmo gráfico, para cada área piloto. A Figura 6 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.

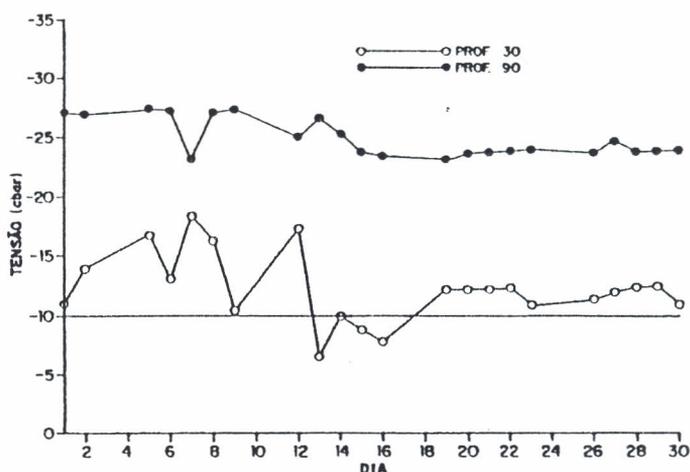


Figura 6. Comportamento do nível de água no solo monitorado através de tensiometria.

Caso seja necessário transformar os valores de potencial de água no solo em porcentagem de umidade no solo, entram-se com estes valores na Figura 7 e obtém-se os valores de umidade correspondentes no solo. Deve-se determinar uma curva de retenção de umidade para cada classe de solo e para as profundidades onde a umidade está sendo monitorada.

#### **6.4. Anexo IV - Procedimentos para a preparação e injeção de soluções de fertilizantes através de bomba injetora.**

- a) conhecer o volume do tanque de solubilização de fertilizantes;
- b) observar solubilidade do fertilizante. Sugere-se adotar 75% da solubilidade informada pelo fabricante;
- c) 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 entupimento dos emissores (Fig.8);
- d) quantificar o(s) fertilizante(s) a ser(em) injetado(s), de acordo com o planejamento da fertirrigação por subunidade de rega;
- e) 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;
- 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;



## 7. Literatura Citada

- 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.
- BENAVIDES, J. G.; LOPEZ, D. Formula para el calculo de la evapotranspiracion potencial adaptada al trópico (15° N - 15° S). **Agronomia Tropical**, Maracay, Venezuela, v. 20, n. 5, p. 335-345, 1970.
- BASSOI, L.H.; ASSIS, J.S. de Distribuição do sistema radicular de videiras irrigadas em Latossolo Vermelho Amarelo do Trópico Semi-Árido. In: CONGRESS LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 8, 1996. Águas de Lindóia. **Anais....** Águas de Lindóia: SBCS 1996, p ??.
- BLANEY, F.H.; CRIDDLE, W.D. **Determining consumptive use and irrigation water requirements.** [S.I.]; USDA, 1961. 93p. il.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação.** 4<sup>n</sup> ed. Viçosa, UFV Imprensa Universitária, 1986. 488p.
- 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. ; RICHÊ, G. Monitoramento do lençol freático nas culturas da videira e da mangueira a nível de propriedade. In: 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. p 3-39. 1994.
- 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).
- 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).

MERRIAM, J.L.; KELLER, J.; ALFARO, J. **Irrigation system evaluation and improvement**. Logan: Utah State University, 1973. 172p.

NASCIMENTO, T. & SOARES, J.M. **Bulbo Infiltrômetro**. Petrolina, PE. 1989. P. 1-6. (EMBRAPA-CPATSA, Comunicado Técnico, 32).

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.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T. ??????????????

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.; NASCIMENTO, T.; CASTRO NETO, M.T. & SILVA, D. **D da Monitoramento do manejo de água na cultura da videira a nível de campo sob irrigação por gotejamento**. In: 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. p 3-39. 1994.

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. 1995. 44p. No prelo.

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.; 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 ??.

SOARES, J.M.; CORDEIRO, G.G.; LIMA, M.I. de; SANTOS, C.R. dos; SILVA, J.D. da; PEREIRA, J.R.; **Monitoramento do manejo de água na cultura da videira a nível de campo sob irrigação por gotejamento.** In: REDE DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ENTRE A EMBRAPA-CPATSA/FAZENDA BOA ESPERANÇA - Relatório Técnico de Atividades de Pesquisas Desenvolvidas na Cultura da Videira. Petrolina-PE, 1997.

SOARES, J.M. & COSTA, F.F. da. **Irrigação.** In: **Informações Técnicas sobre a cultura da uva no semi-árido brasileiro.** EMBRAPA-SPI. 1998. No prelo.

Arquivo: vid\_apost.doc

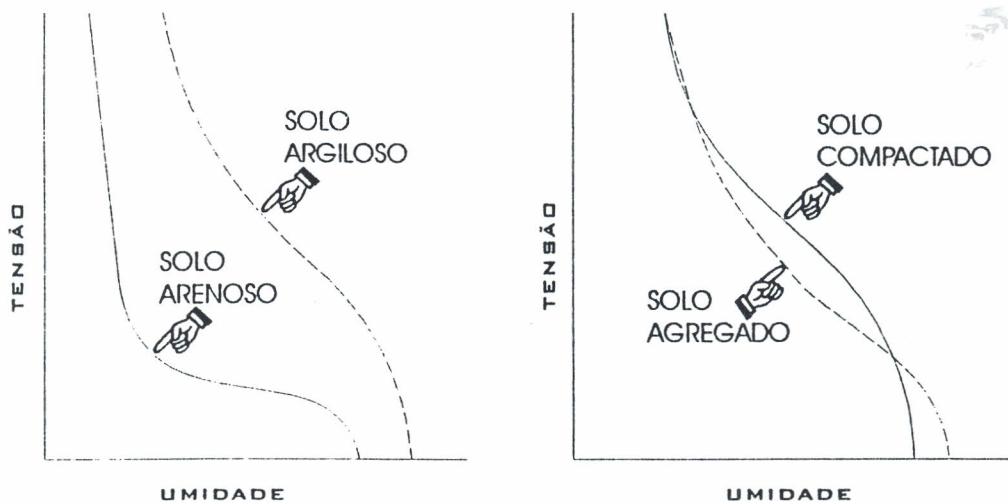


Fig. 7. Curva de retenção de umidade de solos.