Irrigação na Cultura da Videira[1]

José Monteiro Soares[2]
Francisco Fernandes da Costa[3]

RESUMO - As características edafoclimáticas das regiões semi-áridas tropicais, associadas ao uso da tecnologia de irrigação, são muito favoráveis à exploração da cultura da videira. Dentre as tecnologias usadas, podem-se destacar os sistemas de irrigação por gotejamento e por microaspersão. Seu emprego compreende segmentos distintos, tais como, planejamento da irrigação, escolha do sistema de irrigação, manejo de água, monitoramento da água no solo, comportamento do sistema radicular, manejo de nutrientes via água de irrigação e a interação entre manejo de água, manejo de nutrientes via água de irrigação e o sistema radicular da cultura da videira.

Palavras-chave: Sistemas de irrigação; Manejo de água; Videira.

INTRODUÇÃO

As regiões semi-áridas tropicais são caracterizadas pela ocorrência de chuvas escassas, irregulares e concentradas em períodos aproximados de quatro meses, e por elevada demanda evapotranspirométrica.

Por outro lado, a aparente adversidade dessas características climáticas, associada aos fatores edáficos das áreas irrigáveis, tornam essas regiões bastante favoráveis à exploração da fruticultura, principalmente da cultura da videira, proporcionando a obtenção de, pelo menos, duas safras por ano.

Dentre as tecnologias responsáveis pelo sucesso da viticultura nas regiões semi-áridas tropicais, destaca-se a irrigação, que compreende os seguintes métodos: sulcos, aspersão, microaspersão e gotejamento. O manejo de água de irrigação, sob cada método, é função das características hidráulicas do sistema de irrigação selecionado, da capacidade de retenção de água para cada classe de solo e da demanda evapotranspirométrica desta cultura ao longo do seu ciclo fenológico. O manejo deficiente de água, caracterizado na maioria dos casos pela aplicação excessiva de água, tem condicionado à elevação do lençol freático, que, por sua vez, pode elevar a salinidade do solo, reduzir o volume de solo explorado pelo sistema radicular da videira, aumentar as perdas de nutrientes por lixiviação, elevar os custos de produção e, conseqüentemente, reduzir a rentabilidade desta cultura.

Diante disso, é necessário que todos os fatores envolvidos no manejo de água da cultura da videira sejam permanentemente ajustados e monitorados para cada condição específica.

PLANEJAMENTO DA IRRIGAÇÃO

O planejamento da irrigação compreende uma série de etapas importantes, tomando-se por base os estudos básicos da área a ser irrigada, o plano de exploração agrícola e outras informações a respeito da infra-estrutura disponível.

Um projeto de irrigação deve ser feito de modo que possibilite produções rentáveis, com produtos de qualidade que atendam às exigências dos mercados consumidores; mantenha a capacidade produtiva dos solos e estabeleça 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 agronômico das culturas a serem exploradas, escolha do sistema de irrigação e desenho do projeto de irrigação.

Parâmetros climáticos

O estudo detalhado dos elementos climáticos, tais como, precipitação, umidade relativa e temperatura do ar, velocidade e direção do vento e evaporação do tanque classe A é extremamente importante para o cálculo da evapotranspiração de referência do local considerado, devendo-se ainda utilizar uma série de dados com pelo menos dez anos de registros.

Ao elaborar projetos de irrigação para culturas frutíferas, 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: SAACI (Moreira e Torres Filho, 1993) e Criwar, 1996 que facilitam os cálculos da evapotranspiração de referência. Na indisponibilidade de se ter esses programas, podem-se utilizar fórmulas empíricas indicadas para a região semi-árida do Nordeste, como seguem:

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

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

em que:

ETO = Evapotranspiração de referência (mm/mês);

FET = Fator de evapotranspiração (mm/mês) obtido a partir da latitude do local do projeto (Quadro 1);

T = Temperatura média mensal (°C);

UR = Umidade relativa média do ar (%).

---

[1]*Extraído de SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da. Irrigação. In: INFORMAÇÕES técnicas sobre a cultura da videira no semi-árido brasileiro. No prelo.*

[2]*Engº Agrº, M.Sc., Pesq. EMBRAPA-CPATSA, Caixa Postal 23, 56300-000, Petrolina, PE. E-mail: monteiro@cpatsa.embrapa.br*

[3]*Engº Agrº, M.Sc., DSF-Irrigação do Vale Ltda, Rua do Juazeiro, 54 - Areia Branca, CEP 56300-000 Petrolina, PE.*

Valores mensais de Eto para vários municípios do Nordeste podem ser encontrados em Hargreaves (1974).

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

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

em que:

Eto = Evapotranspiração de referência (mm/mês);

T = Temperatura média (°C);

UR = Umidade relativa média do ar (%).

O cálculo da evapotranspiração de referência, através da metodologia de Benavides & López (1970), pode ser feito utilizando a fórmula mencionada anteriormente ou através do Quadro 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 (Quadro 3);

Et = Evaporação do tanque classe A.

d) Cálculo da evapotranspiração de referência, pelo método de Penman-Monteith

Esta metodologia foi adaptada por Monteith (1965), que introduziu termos de resistências estomática e aerodinâmica no modelo de Penman, destacando-se como uma das que melhor estima a evapotranspiração de referência para as regiões semi-áridas. Mas, também destaca-se como a mais complicada, devendo ser aplicada utilizando-se computadores.

e) Cálculo da precipitação efetiva

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

$$Pe = f \times P$$

em que:

Pe = Precipitação efetiva (mm);

f = Fator de correção (Quadro 4);

P = Precipitação real diária (mm).

f) Cálculo da evapotranspiração da cultura

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

$$Etc = Eto \times Kc\ máx - PE$$

em que:

Etc = Evapotranspiração real da cultura (mm/mês ou mm/dia);

Kc = Coeficiente máximo de cultura (Quadro 5).

Utilizou-se como exemplo o cálculo da Etc para a cultura da videira para o pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, em que a Eto foi calculada com base na metodologia de Penman-Monteith (Monteith, 1965) para uma série de dados coletados durante dez anos na estação meteorológica do Campo Experimental de Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Semi-Árido (CPATSA) da EMBRAPA, em Petrolina-PE, conforme Quadro 6.

g) Cálculo da necessidade de irrigação bruta

O cálculo da necessidade de irrigação bruta é feito com base no valor de máxima demanda evapotranspirométrica para a cultura da videira ao longo do ano e na eficiência de aplicação do sistema de irrigação selecionado, como segue:

$$NIB = Etc / Ea$$

em que:

NIB = Necessidade de irrigação bruta (mm/mês ou mm/dia);

Ea = Eficiência de aplicação do sistema de irrigação selecionado (decimal).

QUADRO 1 - Fator de Evapotranspiração (FET), em mm/mês

Latitude Sul	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	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).

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: recursos hídricos (potencial hídrico, situação topográfica, qualidade e custo da água); topografia; solos (características pedológicas, retenção de água, infiltração, características químicas, forma das manchas do solo e profundidade); clima (precipitação, vento e umidade relativa); cultura (exigências agronômicas e valor econômico); aspectos econômicos (custos iniciais, operacionais e de manutenção);

QUADRO 2 - Cálculo da Evapotranspiração de Referência (mm/dia) para Informações Distintas de Temperatura e de Umidade Relativa do ar (%)

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

FONTE: Benevides & López (1970).

QUADRO 3 - Fator de Tanque Classe A (Kp) para Diferentes Níveis de Cobertura Vegetal e de Umidade Relativa em Regiões Semi-áridas

Distância da Área Vegetada em Relação [(1)]ao Tanque (m)	Velocidade do Vento (m/s)	Umidade Relativa do ar (%)		
		< 40	40 a 70	> 70
1		0,70	0,80	0,85
10	<2,03	0,60	0,70	0,80
100		0,55	0,65	0,75
1000		0,50	0,60	0,70
1		0,65	0,75	0,80
10	2,03 a 4,92	0,55	0,65	0,70
100		0,50	0,60	0,65
1000		0,45	0,55	0,60
1		0,60	0,65	0,70
10	4,92 a 8,10	0,50	0,55	0,65
100		0,45	0,50	0,60
1000		0,40	0,45	0,55
1		0,50	0,60	0,65
10	>8,10	0,45	0,50	0,55
100		0,40	0,45	0,50
1000		0,35	0,40	0,45

FONTE: Doorenbos & Kassam (1994).

(1) A distância em relação ao tanque refere-se à distância a barlavento.

fatores humanos (nível educacional, poder aquisitivo, tradição e outros).

De modo geral, a cultura da videira pode ser explorada sob os sistemas de irrigação por gotejamento (Fig. 29, p. 50), microaspersão (Fig. 30, p.50), aspersão (Fig. 31, p. 51) e por sulcos (Fig. 32, p. 51). 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 que varia entre 2,0 e 4,0 ℓ/h, arranjados com uma ou duas linhas laterais por fileira de plantas em solos arenosos e com apenas uma linha em solos argilosos. Outra constatação é com relação

QUADRO 4 - Fator de Correção da Precipitação (f)

Precipitação Mensal (mm)	Coeficiente de Aproveitamento Decrescente	Precipitação Efetiva Acumulada (mm)	Efetiva Acumulada (mm)
25	0,95	25 x 0,95 = 24	24
50	0,95/0,90	25x0,95+25x0,90=47	47
75	0,95/0,90/0,82	25x0,95+25x0,90+ 25x0,82=68	68
100	0,95/0,90/0,82/0,65	25x0,95+25x0,90+25x0,82+25x0,65=84	84
125	0,95/0,90/0,82/0,65/ 0,45	25x0,95+25x0,90+25x0,82+25x0,65+25x0,45=95	95
150	0,95/0,90/0,82/0,65/ 0,45/0,25	25x0,95+25x0,90+25x0,82+25x0,65+25x0,45+25x0,25= 101	101
175	0,95/0,90/0,82/0,65/0,45/0,25/0,05	25x0,95+25x0,90+25x0,82+25x0,65+25x0,45+25x0,25+25x0,05= 102	102

FONTE: Blaney & Criddle (1961).

NOTA: A precipitação de 50mm, por exemplo, deve ser desdobrada em duas parcelas de 25mm antes de ser multiplicada pelo coeficiente. Valores menores que 10mm devem ser desprezados.

QUADRO 5 -Coeficientes de Cultura da Videira Ajustados para a Região do Submédio São Francisco, Referentes a Cada Fase Fenológica

Fases Fenológicas	Duração (dias)	Coeficiente de Cultura
Repouso após a colheita	20 a 30	0,20
Repouso que antecede a poda	10	0,70
Brotação das gemas e desenvolvimento inicial dos ramos	30	0,40 a 0,50
Floração 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
Da maturação à colheita	10 a 25	0,40

FONTE: Soares & Costa (no prelo).

QUADRO 6 - Necessidade de Irrigação Líquida Mensal para o Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA

Meses	Eto	$Kc_{máx}$	P	PE	Etc	
	mm/mês		mm/mês	mm/mês	mm/mês	mm/dia
Jan.	151,28	0,80	71,40	63,80	57,22	1,85
Fev.	138,32	0,80	88,40	75,46	35,20	1,26
Mar.	141,05	0,80	136,60	97,15	15,69	0,51
Abr.	129,30	0,80	90,20	76,63	26,81	0,89
Maio	121,83	0,80	19,80	18,81	78,65	2,54
Jun.	111,00	0,80	11,50	10,93	77,87	2,60
Jul.	119,97	0,80	8,60	0	95,98	3,10
Ago.	146,01	0,80	4,90	0	116,81	3,77
Set.	173,70	0,80	5,40	0	138,96	4,63
Out.	194,37	0,80	9,20	0	155,50	5,02
Nov.	170,40	0,80	49,50	45,80	90,52	3,02
Dez.	167,40	0,80	75,60	62,57	71,35	2,30
Total	1.764,63	-	571,10	451,15	960,26	-

NOTA:O maior valor obtido deve ser escolhido para o cálculo da lâmina bruta de irrigação.

ao 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, têm-se verificado muitos acertos, mas também erros grosseiros que comprometem a eficiência do projeto de irrigação.

Algumas características específicas que devem orientar a escolha do sistema de irrigação para a cultura da videira, são descritas a seguir.

Sistema de irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento caracteriza-se 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 (Fig. 33).

O conhecimento do 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 López (1977), este parâmetro geralmente é medido a 20cm de profundidade do solo, 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

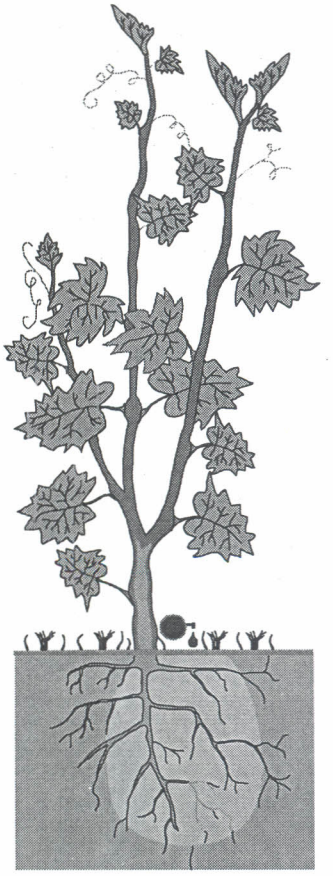

Figura 33 - Comportamento do bulbo molhado e distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por gotejamento

na camada do solo predominante no seu perfil. A medição desse parâmetro em solos já cultivados 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 baixas precipitações, 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 20 cm), 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 20cm de profundidade, é superior a 40%.

Soares & Nascimento (1995) 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 encontraram diferença significativa para produtividade de frutos.

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

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. 34).

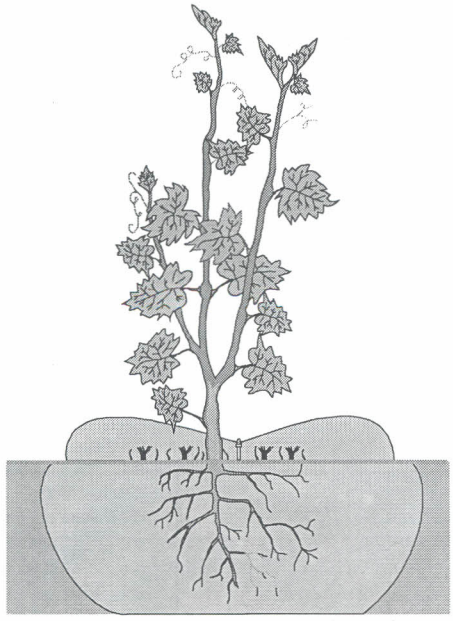

Figura 34 - Comportamento do volume de solo molhado e distribuição do sistema radicular da planta sob irrigação por microaspersão

Dentre a grande diversidade de modelos de microaspersores existentes no mercado, alguns deles podem proporcionar a obtenção de padrões especiais de distribuição de água. Geralmente esses emissores são mais caros, por ser dotados de peças especiais, e que dificilmente, em condições de campo, obtêm-se os padrões de distribuição propostos.

Quando escolhidos adequadamente em relação aos tipos de solos e quando 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. Isso 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 aumentar 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, predominam no mercado, emissores autorreguláveis, importados, tais como: Dan Sprinkler 2001, Naan, Rain-Bird QN, dentre outros, com vazões que variam de 20 a 57 ℓ/h e com vários padrões de distribuição de água.

b) Raio de alcance do emissor

O uso de emissores com raio efetivo inferior a 1,50m, tende a aumentar 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 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 50ℓ/h e um raio efetivo superior a 1,50m, e apresentar, entretanto, uma intensidade de aplicação bastante irregular ao longo do seu raio de 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 (1986), 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 seguem: microaspersor Dantas MA 070 - a intensidade de aplicação variou de 1 a 17 mm/h, sob pressão de 1,50 atm, proporcionando um coeficiente de uniformidade de 85%; microaspersor Dantas MA 120 - a inten-

sidade 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, determina 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.

Sistema de irrigação por aspersão

A irrigação por aspersão caracteriza-se pela pulverização do jato de água no ar, visando ao umedecimento de 100% da área ocupada pela planta. Existe uma série de modelos de aspersores, 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 utilizada com 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. Por sua vez, 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 se ajustarem 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%.

Sistema de irrigação por sulcos

A irrigação por sulcos caracteriza-se 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 através de sifões deve ser utilizado em terrenos com declividade inferior a 0,5%, enquanto que o sistema de irrigação por sulcos, com tubos janelados, pode ser usado em terrenos bastante acidentados, uma vez que a condução de água é feita 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. Conforme a 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 à exploração de culturas frutíferas em solos argilosos.

Soares et al. (1994) ao avaliarem 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 de água 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 utilizam sulcos parcialmente bloqueados ao longo do seu comprimento e no seu final, ou mesmo sulcos curtos, fechados e nivelados.

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.

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, é descrita cada uma dessas fases.

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 transplantio das mudas só pode ser feito, quando o bulbo ou faixa molhada estiver formado 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.

b) Período de plantio e de desenvolvimento inicial

Durante os primeiros dias após o transplantio das mudas, as irrigações devem ser feitas diariamente e em determinado período, dependendo do tipo de sistema de irrigação utilizado.

Quando se utiliza o sistema de irrigação por gotejamento, recomendam-se de 20 a 30% do tempo máximo de rega por dia, para as condições em que o sistema foi dimensionado. Também, devem-se 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, para onde a muda de videira foi transplantada. O microaspersor deve continuar nessa posição até o sexto 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 no campo

Tem-se observado que, na região semiárida do Nordeste brasileiro, durante o período de 30 a 45 dias que antecede a enxertia no 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 estar 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

$$Etm = \frac{Et1 + Et2 + Et3 + Et4 + Et5 + Et6 + Et7}{7}$$

em que:

Etm = Evaporação média diária (mm);

Et1, 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, esta é a tendência que deverá prevalecer.

- Cálculo da lâmina de irrigação

$$Lb = \frac{Kp \times Kc \times Etm \times Kl}{CU} - PE$$

em que:

Lb = Lâmina de irrigação (mm);

Kc = Coeficiente de cultura (Quadro 5);

Kp = Fator de tanque (Quadro 3);

Etm = Evaporação do tanque classe A média diária ou dados 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%;

Kl = 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;

PE = Precipitação efetiva (mm).

- 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 descrita. Este tempo será constante ao longo da semana seguinte.

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

em que:

Ap = 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 com base em volume, deve-se determinar o volume de água por subunidade de rega, como segue:

$$V = 10 \times L_b \times A$$

onde:

V = Volume de água por umidade de rega (m^3);

Lb = Lâmina bruta (mm);

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. Não verificaram porém, 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, da 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 3 horas, ele seja fracionado em duas ou mais irrigações, principalmente em solos franco-arenosos, para evitar perdas excessivas de água por percolação profunda, ou asfixia do sistema radicular da planta quando se trata 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.

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 delas, 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, para viabilizar o escalonamento de produção de uva ao longo do ano, tem-se, conseqüentemente, 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 cara 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.

Por outro lado, a obtenção de informações do comportamento do lençol freático no parreiral ao longo do ano, através de poços de observação, pode ser 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 1,00 x 1,00m ou retangulares de 1,00 x 2,00m. As leituras do nível do lençol freático podem ser feitas quinzenal ou mensalmente, para que os pontos críticos da área cultivada sejam identificados em tempo hábil. 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 (Gráfico 1).

Por um lado, o umedecimento excessivo do solo, por longo período, 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, o que concorre para a obtenção de níveis elevados desses elementos nas folhas das plantas, que pode 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, são contra-indicados.

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 discussão sobre cada uma dessas fases.

Manejo da água aplicada ao solo

a) Período de pré-plantio

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

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

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

em que:

Lb = Lâmina bruta (mm);
CC = Capacidade de campo (%);
PM = Ponto de murcha (%);
Da = Densidade aparente (g/cm³);
Pr = Profundidade do solo (mm);

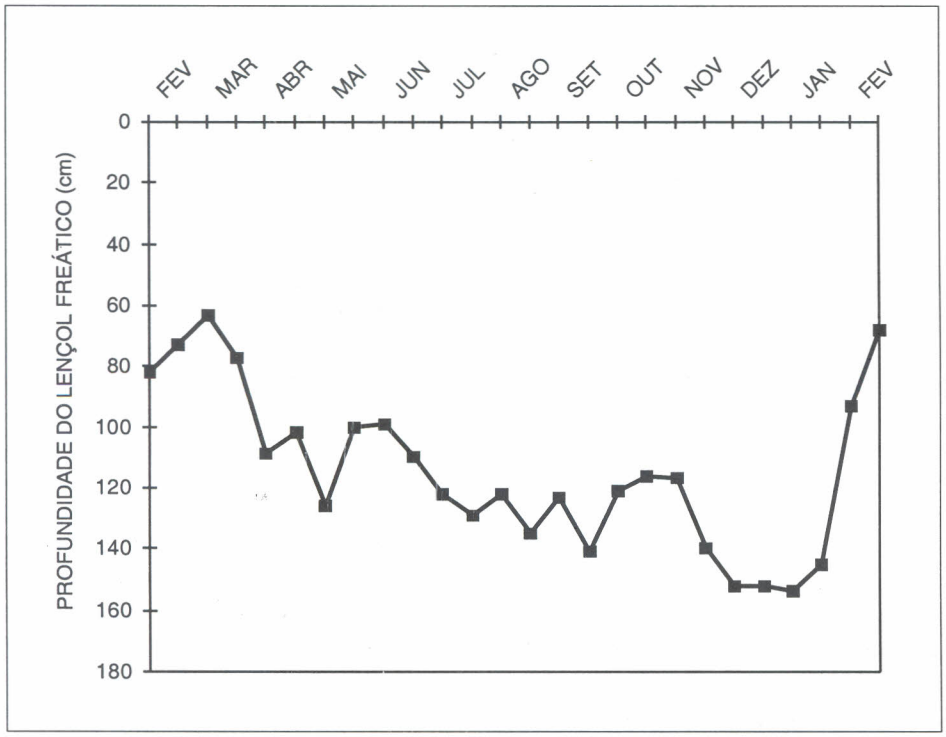

Gráfico 1- Flutuação do lençol freático no perfil do solo na cultura da videira, num Podzólico Amarelo a Amarelo-Avermelhado Distrófico, Juazeiro-BA, 1993

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 transplantio, 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 a propriedade disponha 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

$$Lb = \frac{Kp \times Kc \times Et}{Ea} - PE$$

em que:

Lb = Lâmina de irrigação (mm);

Kp = Fator de tanque (Quadro 3);

Kc = Coeficiente de cultura (Quadro 5);

Et = Evaporação do tanque classe A (mm);

PE = Precipitação efetiva (mm);

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

A freqüência das irrigações deve ser determinada fazendo-se a diferença entre a demanda evapotranspirométrica diária da planta e a da lâmina bruta. Quando a lâmina bruta aproximar-se 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/cm³);

Pr = Profundidade do solo (mm);

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

Ei = Eficiência de irrigação obtida 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 à irrigação localizada.

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 monitoramento da água no solo. Desse modo, é de extrema importância o conhecimento do comportamento do sistema radicular da cultura em cada local específico.

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.

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 e 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 no final do sulco, para aplicar a lâmina de irrigação desejada. Sugere-se o uso de sulcos parcialmente fechados no final, visando à redução das perdas de água por escoamento superficial.

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 e água. Quando a videira for consorciada com outras culturas, as lâminas de água devem ser calculadas com base nos seus respectivos coeficientes de cultura consorciada.

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 seguir o procedimento descrito para irrigação localizada.

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.

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 concentram-se nas camadas superficiais do solo, a freqüência 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 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 freqüência e/ou a intermitência da irrigação e as lâminas de água aplicadas 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 35cm 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. Verificaram, ainda, que a distribuição vertical de raízes diminuiu gradativamente com a profundidade das camadas do solo, quando se consideraram 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, observou-se que a localização dos fertilizantes no solo, em pequenas profundidades, poderia afetar 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 se 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 tratar-se de um solo argiloso com elevada infiltração lateral. Quando se analisou a distribuição vertical de raízes, os autores constataram que 90% delas estavam concentradas na profundidade de 0 a 30cm, em ambos os 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, concluíram que a irrigação por microaspersão apresentou uma distribuição mais uniforme, ao longo do perfil de solo, do que sob irrigação por gotejamento, em que houve uma redução mais acentuada da umidade a partir de 40cm de profundidade. Estes autores não fizeram análise comparativa entre estes 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.

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, a 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 que visam ao melhor equilíbrio entre o conteúdo de

água e a aeração do solo, tais como, métodos de irrigação, lâmina e freqüência de irrigação, parcelamento de nutrientes, estímulo à flora e à fauna do solo e à floculação da argila do subsolo, pode influenciar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Richards, 1983). Além destes, outros fatores também devem ser levados em consideração, quais 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, numa 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, que se torna mais disperso e menos profundo e, conseqüentemente, menos eficiente na absorção de nutrientes.

MANEJO DE NUTRIENTES VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

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. Esta é uma das maneiras mais eficientes e econômicas de aplicar fertilizantes às plantas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas. Isso ocorre porque a aplicação de fertilizantes em menor quantidade por vez, mas com maior freqüência, possibilita 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 em solução aquosa. Estes fertilizantes podem-se apresentar de forma isolada ou em combinações de dois ou mais elementos.

Vantagens e desvantagens da fertirrigação

Citam-se como vantagens da fertirrigação:

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 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.

A maioria das desvantagens da fertirrigação percebidas 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 pela incompatibilidade entre fertilizantes e qualidade da água de irrigação e/ou pela 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.

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 que o produto químico representa para o homem; da necessidade de mobilidade dos equipamentos a serem utilizados para a injeção de fertilizantes, entre outros fatores.

De 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 se obter uma fertirrigação satisfatória, faz-se necessário conhecer os mecanismos de funcionamento do equipamento utilizado, através de catálogo técnico; assegurar a manutenção do equipamento após a aplicação das soluções nutritivas, bem como a lavagem dos tanques usados para dissolução dos fertilizantes e sucção das soluções; injetar as soluções de fertilizantes, quando possível, antes do sistema de filtragem de água, no sentido de evitar que impurezas obstruam os emissores.

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 do 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 freqüência de aplicação; 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 igual à do funcionamento do sistema de irrigação, se o bloqueio da adutora para a derivação do fluxo de água que faz 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 freqüência de irrigação seja diária e que o tempo de irrigação seja intermitente ao longo do dia.

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: [s.n.], 1996. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Rio de Janeiro, RJ). **Emissores para sistemas de irrigação localizada:** avaliação de características operacionais - método de ensaio. Rio de Janeiro, 1986. 6p. Projeto 12:02.08.021.

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, 8, 1996, Águas de Lindóia. **Anais**.... Águas de Lindóia:SBCS, 1996. CD-Rom.

BENAVIDES, J.G.; LÓPEZ, D. Formula para el cálculo de la evapotranspiración potencial adaptada al trópico (15°N-15°S). **Agronomia Tropical**, Maracay, v.20, n.5, p.335-345, 1970.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 4.ed. Viçosa: UFV, 1986. 488p.

BLANEY, F.H.; CRIDDLE, W.D. **Determining consumptive use and irrigation water requirements**. [Washington]: USDA, 1961. 93p.

BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertirrigation.** San Luis Obispo: California Polytechnic State University-Irrigation Training and Research Center, 1995. 295p.

CORDEIRO, G.G.; SOARES, J.M.; RICHÊ, G. Monitoramento do lençol freático e da salinidade do solo. 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, EMBRAPA-CPATSA, 1994. p.96-109. Não publicado.

CURSO INTERNACIONAL DE RIEGO LOCALIZADO: RELACIONES AGUA-SUELO-PLANTA-ATMOSFERA, 2, 1981, Madrid, España. **Relaciones agua-suelo-planta-atmosfera.** Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-Centro Nacional de Canaria, 1981. Apêndice 14.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Estudos. Irrigação e Drenagem, 33).

HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brazil**. Logan: Utah State University, 1974. 55p.

HERNÁNDEZ ABREU, J.M.; RODRIGO LÓPEZ, J. **El riego por goteo.** Madrid: Ministério de Agricultura, 1977. 32p. (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.

MONTEITH, J.L. Evaporation and environment. **Proceedings of the Symposium Society Experimental Biology,** v.19, p.205-234, 1965.

MOREIRA, H.J. da C.; TORRES FILHO, D. R. **S.A.A.C.I. - Sistema Agroclimatológico para o Acompanhamento das Culturas Irrigadas:** manual do usuário. Brasília: Ministério da Integração Regional - Secretaria de Irrigação/ Organização Meteorológica Mundial, 1993. 75p.

NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M. **Bulbo infiltrômetro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 6p. (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. **Anais...** Natal: ABID, 1991. v.1, t.1, p.191-243.

RICHARDS, D. The grape root system. **Horticultural Reviews**, Westport, 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, jul.1986.

SOARES, J.M.; BASSOI, L.H. Distribuição do sistema radicular de videiras em Vertissolo sob irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**: resumos expandidos. Viçosa: SBCS/UFV, 1995. p.1865-1867.

SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da. **Irrigação**. In: INFORMAÇÕES técnicas sobre a cultura da videira no semi-árido brasileiro. Brasília: EMBRAPA-CPATSA. No prelo.

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: EMBRAPA-CPATSA, 1995. 44p. Não publicado.

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

SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T.; CORDEIRO, G.G.; 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 sulco, utilizando tubos janelados móveis. 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: EMBRAPA-CPATSA, 1994. p. 40-70. Não paginado.