

PC-OK

EXPERIMENTO 1: Monitoramento do Manejo de Água na Cultura da Videira ao Nível de Campo sob Irrigação por Gotejamento.

José Monteiro Soares

Tarcízio Nascimento

Manoel Teixeira de Castro Neto

Daniel Delfino da Silva

1.1. Descrição do Sistema de Irrigação

O sistema de irrigação por gotejamento é composto por tres unidades de rega, cuja área média é de 3,39 ha, totalizando uma área de 10,17 ha. Utiliza-se uma linha lateral por fileira de plantas, com gotejadores labirinto em linha tipo Dantas espaçados de 1,25 m, para um espaçamento entre plantas de 3,5 m x 2,2 m. O cabeçal de controle é constituído de dois filtros de areia em aço inox e de dois filtros de tela com elemento filtrante em nylon, ambos do tipo Dantas. O conjunto de bombeamento é composto por uma bomba centrífuga KSB modelo 32-160 e de um motor WEG de 10 cv de 3480 rpm. A injeção de fertilizantes é do tipo sucção paralela, utilizando um recipiente de fibra de vidro com capacidade para 500 l. A vazão projetada do sistema de irrigação é de 24,40 m³/h.

gotejador.

1.2.2. Resultados

As Tabelas 1 a 7 e as Figuras 1a, 1b, 1c e 1d mostram o desempenho do sistema de irrigação por gotejamento, com base em testes realizados na segunda subunidade de rega, em 17 e 31/03/93; 22/06/93 e em 06/07/93, ao longo de um ciclo de cultivo da videira.

Tabela 1. Valores do primeiro teste de distribuição de vazão dos emissores (17/03/93).

Número da linha lateral	Posição do emissor ao longo da linha lateral						
	1	5	8	12	15	18	23
39	2,48	2,88	2,08	2,84	2,76	2,74	2,32
50	2,44	2,58	1,40	2,76	2,48	2,96	2,60
61	2,16	2,04	2,08	2,20	2,24	2,08	2,00
72	1,72	2,00	1,88	1,96	2,16	2,16	2,08
83	1,68	0,96	1,40	1,52	0,60	1,40	1,32
93	1,56	1,84	1,68	1,80	1,80	1,56	1,54
101	0,72	1,72	1,72	1,76	1,20	1,48	1,28

*PAF = 2,00 atm e PDF = 1,70 atm (início do teste man. FRUTIVALE)

*PAF = 1,90 atm e PDF = 1,10 atm (início do teste man. EMBRAPA)

Tabela 2. Valores do primeiro teste de distribuição de vazão dos emissores (31/03/93).

Número da linha lateral	Posição do emissor ao longo da linha lateral						
	1	5	8	12	15	18	23
39	2,24	2,60	2,88	2,48	2,48	2,44	2,20
50	2,16	2,40	2,32	2,50	2,24	2,60	2,24
64	1,88	1,72	1,84	1,80	1,76	1,44	1,46
72	1,50	1,68	2,08	1,48	1,60	2,06	1,72
83	1,20	0,88	1,16	1,12	0,52	1,00	0,72
93	1,32	1,52	1,16	1,28	1,00	0,76	0,52
101	0,64	0,92	1,36	1,20	1,28	1,16	1,04

*PAF = 1,50 atm e PDF = 1,20 atm (início do teste man. FRUTIVALE)

*PAF = 1,40 atm e PDF = 1,00 atm (início do teste man. EMBRAPA)

**PAF = 1,50 atm e PDF = 1,20 atm (final do teste man. FRUTIVALE)

**PAF = 1,40 atm e PDF = 1,00 atm (final do teste man. EMBRAPA)

Tabela 3. Valores do primeiro teste de distribuição de vazão dos emissores (22/06/93).

Número da linha lateral	Posição do emissor ao longo da linha lateral						
	1	5	8	12	15	18	23
39	2,60	2,74	2,26	3,14	3,08	3,20	2,80
50	2,96	2,92	2,80	2,94	2,84	2,76	3,10
61	2,70	2,54	2,64	2,70	2,26	3,20	3,00
72	2,40	2,54	2,44	2,70	2,70	2,54	2,64
83	2,70	2,60	2,34	2,54	2,60	2,20	2,34
93	2,30	2,60	2,70	2,18	2,76	2,26	2,54
101	1,80	2,34	1,94	2,34	2,30	2,40	2,44

*PAF = 3,20 atm e PDF = 2,00 atm (início do teste man. FRUTIVALE)

**PAF = 2,70 atm e PDF = 2,20 atm (final do teste man. FRUTIVALE)

***PAF = 2,70

****PAF = 2,80

Tabela 4. Valores do primeiro teste de distribuição de vazão dos emissores (06/07/93).

Número da linha lateral	Posição do emissor ao longo da linha lateral						
	1	5	8	12	15	18	23
39	1,54	2,90	1,86	1,86	2,00	2,70	2,14
50	2,84	3,14	3,06	3,14	2,96	2,66	3,00
61	2,50	3,16	3,20	1,54	1,60	1,54	1,46
72	2,62	2,54	2,50	2,44	2,80	2,70	2,80
83	2,58	2,54	2,30	2,36	2,44	2,26	1,70
93	2,40	2,54	2,30	2,14	2,44	2,44	2,26
101	2,10	2,44	1,96	2,14	2,30	2,30	2,20

*PAF = 2,40 atm e PDF = 2,00 atm (início do teste man. FRUTIVALE)

*PAF = 2,40 atm e PDF = 1,80 atm (início do teste man. EMBRAPA)

**PAF=2,90 atm e PDF= 2,20 atm (final do teste man. FRUTIVALE)

**PAF=2,80 atm e PDF= 2,00 atm (final do teste man. EMBRAPA)

Tabela 5. Resultado dos testes de avaliação de distribuição de vazão dos gotejadores

Número do teste	vazão média l/h	coef. de %	coef. de uniformidade %	vazão média da linha lateral- l/h							
				39	50	61	73	83	93	101	
1	1,93	28,00	34,20	2,58	2,46	2,11	1,99	1,26	1,68	1,41	
2	1,60	38,00	32,50	2,33	2,35	1,70	1,73	0,94	1,08	1,08	
3	2,58	12,40	72,50	2,83	2,90	2,57	2,56	2,47	2,47	2,22	
4	2,37	19,75	63,29	2,00	2,97	2,14	2,63	2,31	2,36	2,21	
Média	2,12	23,16	50,62	2,44	2,67	2,13	2,23	1,75	1,90	1,73	

Tabela 6. Resumo dos valores de pressão obtidos no cabeçal de controle durante cada teste.

Número do teste	PAF (atm)			PDF (atm)		
	início	final	média	início	final	média
1	2,00	2,00		1,70	1,70	
2	1,50	1,50		1,20	1,20	
3	3,20	2,70		2,00	2,20	
4	2,40	2,90	2,28	2,00	2,20	1,78
*			4,30			3,80
Pressão abaixo da recomendada (%)			89,01			114,08

* Pressão de serviço recomendada pelo projeto hidráulico.

Tabela 7. Levantamento do número de furos danifados ou de emissores fendilhados existentes nas linhas de gotejadores em 26/03/93.

Número da	N. furos/E. danif.		Número da	N. furos/E. dani	
	lado A	lado B		lado A	lado B
39	0	0	71	1	0
40	0	0	72	2	0
41	0	0	73	2	10
42	0	0	74	10	8
43	0	0	75	10	2
44	0	0	76	21	2
46	0	0	77	14	6
47	3	2	78	6	9
48	1	1	79	17	1
49	2	2	80	16	12
50	0	7	81	24	9
51	0	16	82	18	11
52	1	13	83	5	10
53	4	10	84	8	1
54	0	11	85	8	0
55	0	4	86	6	0
56	0	4	87	3	0
57	0	3	88	12	0
58	0	0	89	14	9
59	2	0	90	13	2
60	2	0	91	4	0
61	1	0	92	9	1
62	1	0	93	6	0
63	0	5	94	8	0
64	4	0	95	5	3
65	5	0	96	3	4
66	1	0	97	4	3
67	5	0	98	5	1
68	5	1	99	2	3
69	7	0	100	9	7
70	6	0	101	7	2

Percentagem de furos daninhos e de emissores fendilhados = 16,75%

Obs.: Durante março e abril/93 o sistema foi totalmente recuperado.

Pode-se observar através das Tabelas 1 a 5, que as vazões médias obtida em cada teste variaram de 1,60 a 2,58 l/h; que os coeficientes de variação de vazão dentro de cada teste oscilaram de 12,40 a 28,00% e que os coeficientes de uniformidade de distribuição de vazão para cada teste variaram de 34,20 a 72,50%. Os baixos valores do coeficiente de uniformidade obtidos nos dois primeiros testes, devem-se principalmente ao elevado número de furos daninhos e de emissores fendilhados, que era da ordem de 16,75% (Tabela 7) e às baixas pressões PAF no cabeçal de controle, que variaram de 1,50 a 3,20 atm, uma vez que os filtros de areia e de tela estavam limpos, pois a diferença de pressão (PAF - PDF) estão dentro dos limites aceitáveis (Tabela 6).

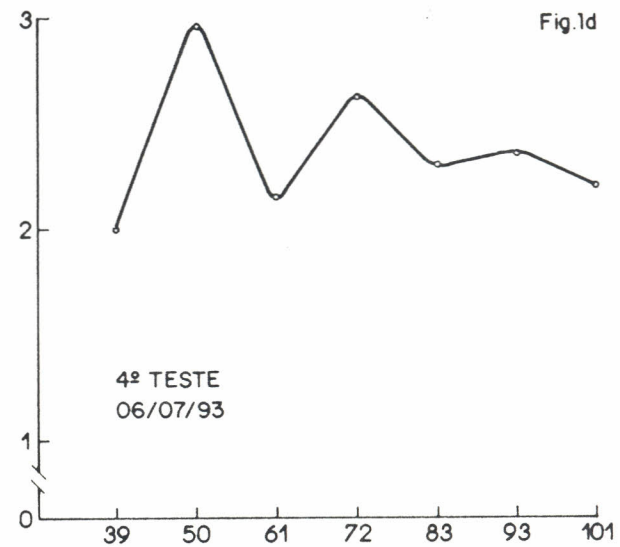
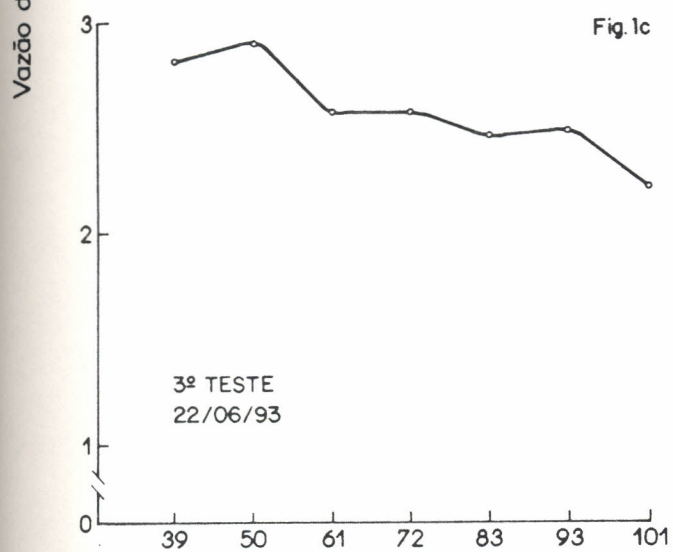
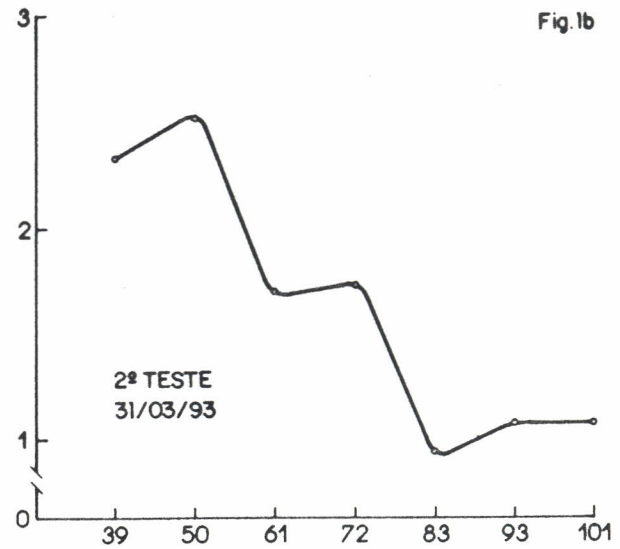
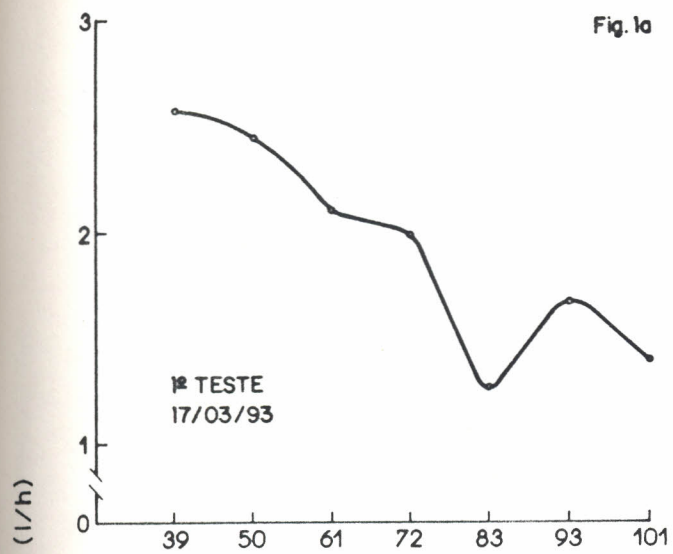
Quando se relacionam as pressões médias na entrada do sistema de filtragem de água, obtidas com base nos testes 1 e 2 (PAF = 1,75 atm) e nos testes 3 e 4 (PAF = 2,80 atm), pode-se constatar que houve um aumento da mesma na ordem de 60% (Tabela 6), o que correspondeu a um aumento de 103,58% no coeficiente de uniformidade de distribuição de vazão. Esse aumento no valor do coeficiente de uniformidade, também é decorrente da eliminação dos furos daninhos e dos emissores fendilhados ao longo das linhas laterais. Pode-se constatar, também, que a pressão de serviço normalmente utilizada no cabeçal de controle encontra-se muito abaixo do valor projetado, que era de 4,30atm para PAF e de 3,80 atm para PDF (Tabela 6). Relacionando-se a pressão média de serviço (PAF) com a pressão projetada, verifica-se que essa encontrava-se 89,01% abaixo e quando se considera a pressão PDF,

a diferença para menos é de 114,08% (Tabela 6). Quando se analisa a vazão nominal do emissor (4l/h) com a vazão média obtida (3,20 l/h), pode-se constatar que a mesma encontra-se 38,13% inferior àquela.

No dia seguinte após o primeiro teste de avaliação do sistema de irrigação, a bomba foi desmontada pelo operador do sistema de irrigação, tendo-se encontrado bastante sujeiras (pedaços de plástico, bagaços, etc) impergnadas no rotor da bomba. Isto significa que o sistema de pré-filtragem de água para o conjunto de bombeamento do sistema de irrigação por gotejamento precisa ser melhorado.

As Figuras 1a e 1b mostram a flutuação da vazão média por linha lateral dentro da unidade de rega. Verifica-se que as maiores vazões foram obtidas nas linhas 39 e 50, pois nessas linhas laterais não haviam vazamentos, enquanto que as menores foram obtidas nas linhas situadas no final da unidade de rega (Figuras 1a e 1b e Tabela 7). Essa flutuação apresentou-se mais acentuada por ocasião dos dois primeiros testes, em que havia bastante furos daninhos e emissores fendilhados nas linhas laterais dessa unidade de rega (Tabela 7). No entanto, mesmo após a eliminação desses vazamentos, pôde-se constatar que as vazões continuaram a decrescer ao longo da linha terciária (Figuras 1c e 1d).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, recomenda que o coeficiente de uniformidade para gotejamento em fruteiras com espaçamentos superior a 2,00 m, com topografia uniforme e com declividade inferior a 2%, deve variar entre 85 e 90%.



Nº da linha lateral na subunidade de rega

Fig. 1. Comportamento da vazão média do gotejador tipo Dantas em linhas laterais na subunidade de rega.

Desse modo, pode-se constatar que a operacionalização do sistema de irrigação por gotejamento, poderá estar comprometendo tanto o manejo de nutrientes via fertirrigação quanto o de água da cultura da videira, apesar de tratar-se de um sistema de irrigação bastante pequeno.

1.3. Monitoramento da umidade do solo

1.3.1. Metodologia

Compreendeu o acompanhamento da umidade do solo, ao longo de um ciclo de cultivo. Durante o período de (fevereiro a junho/93) foram tomadas amostras quinzenais, sendo inicialmente pelo método gravimétrico e posteriormente, através de sonda de neutrons para determinação da umidade no solo. Foram instaladas duas estações de leituras com cinco tubos de acesso cada uma delas, tendo sido colocados dois tubos ao longo da linha de gotejadores e tres no sentido perpendicular á linha de gotejadores. As leituras foram tomadas nas profundidades de 30, 60 e 90 cm, de modo a cobrir a área de influência de uma planta. Para obtenção das leituras em termos de percentagem de umidade em peso seco, a sonda de neutrons foi calibrada para o solo em estudo.

1.3.2. Resultados

As Figuras 2 e 3 mostram os formatos dos bulbos molhados, por ocasião da fase de pré-floração. Pode-se verificar através da Figura 2, que o bulbo molhado entre plantas (ao longo da linha de

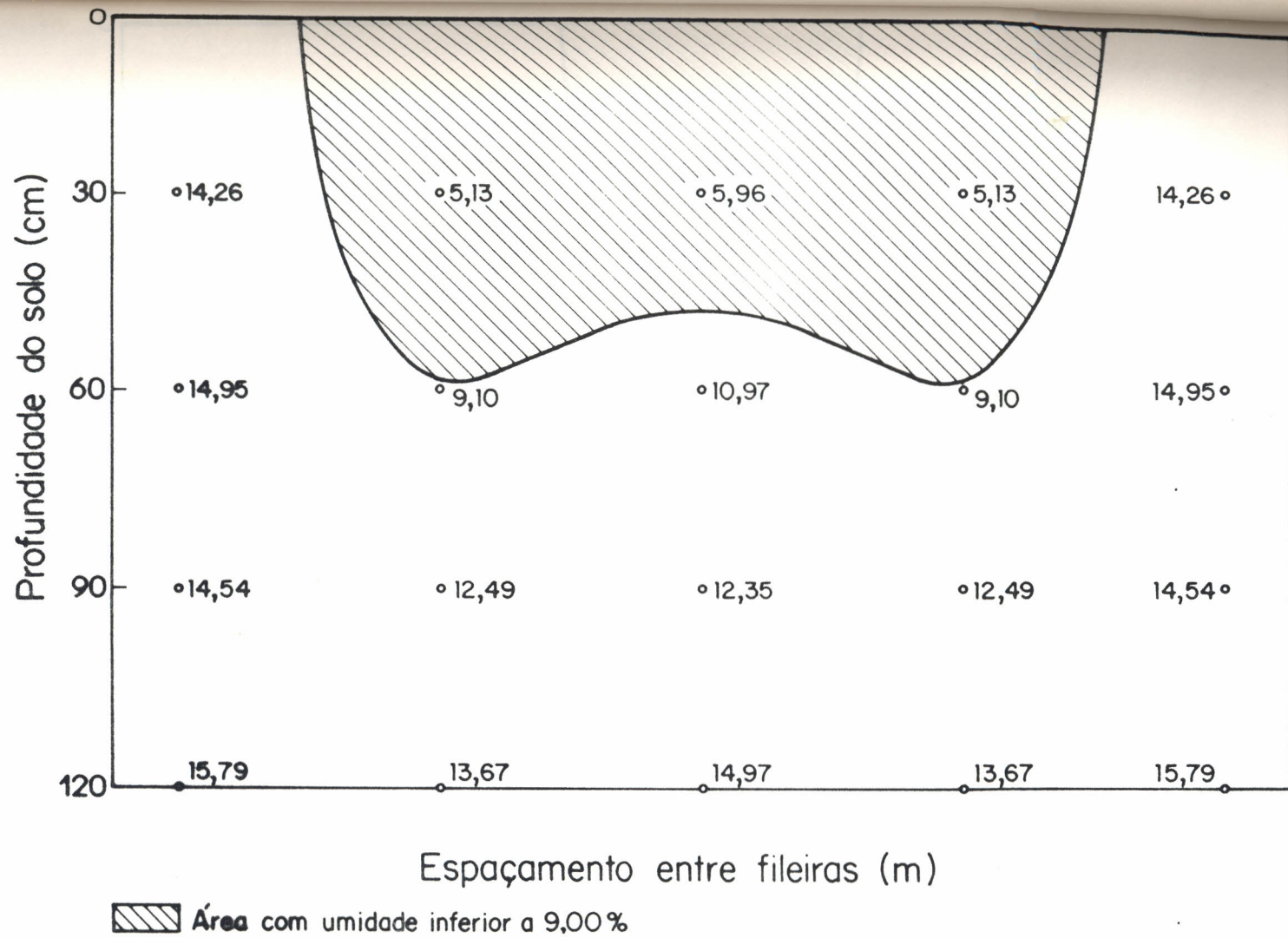


Fig. 2. Comportamento da umidade do solo no bulbo molhado sob irrigação por gotejamento em videira.

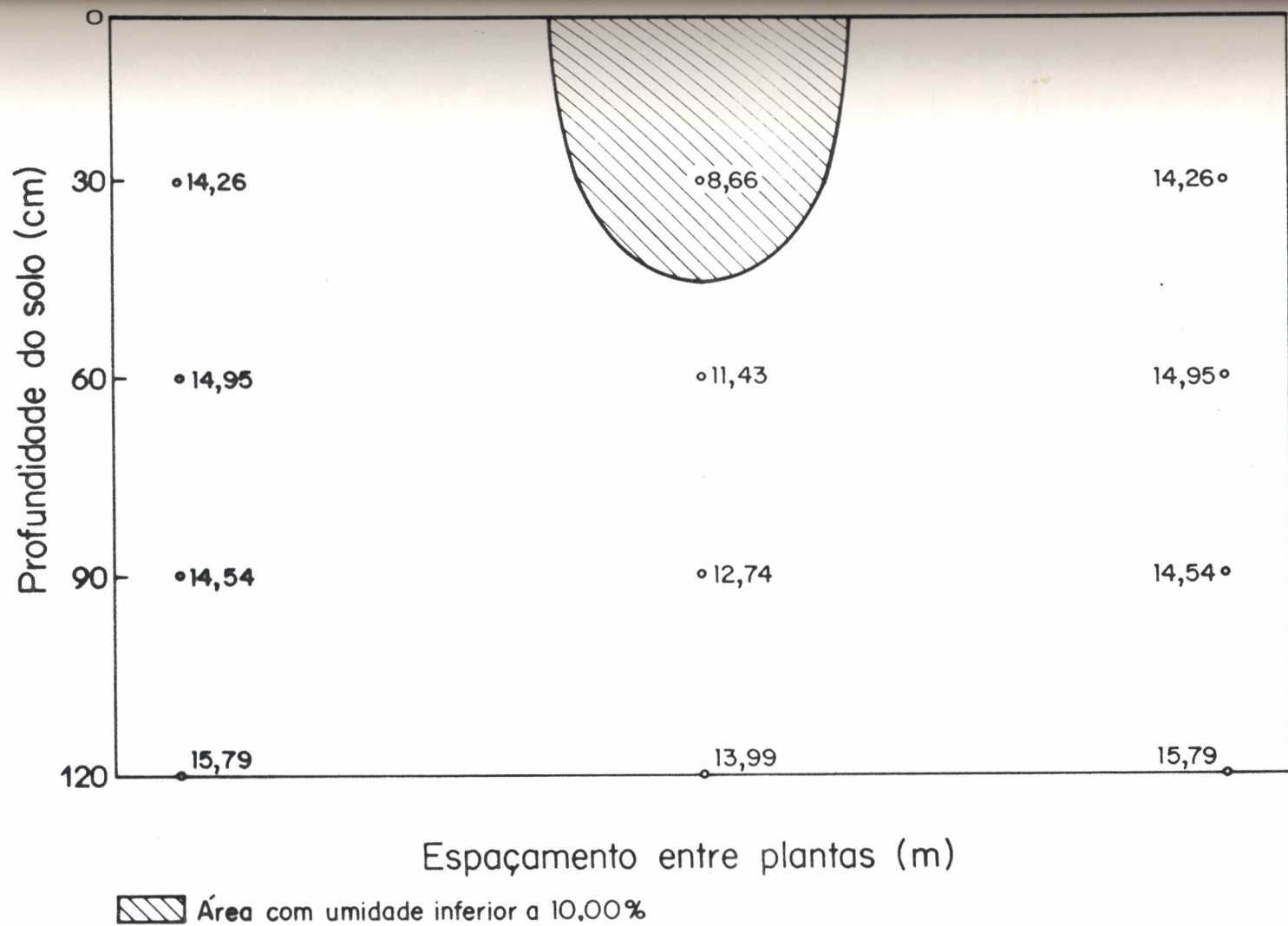


Fig. 3. Comportamento da umidade no solo no bulbo molhado sob irrigação por gotejamento em videira.

emissores), apresenta-se como uma faixa úmida contínua. O que está de acordo com a concepção do sistema de irrigação por gotejamento. Enquanto que o formato do bulbo molhado entre fileiras de plantas, também se apresenta como uma faixa úmida contínua, com exceção apenas da camada superficial do solo. De acordo com a curva de retenção de umidade, os níveis de umidade ao longo do perfil do solo, no ponto intermediário entre duas fileiras de plantas, estava em torno de 0,50 atm. Isto contraria o que é preconizado pela irrigação por gotejamento. Ou seja, a obtenção de uma percentagem de área molhada de 100%, é resultante da presença do lençol freático, cuja profundidade na área OCF 08 variou entre 1,10 e 1,50 m, conforme item 5.2.4. Como consequência disso, o conteúdo de umidade no solo foi praticamente constante, ao longo do ciclo fenológico da videira, no período avaliado.

1.4. Monitoramento do Manejo de Água

1.4.1 Metodologia

O monitoramento do manejo de água compreendeu a determinação da lâmina ou do volume de água aplicada ao longo do ciclo fenológico da videira, no período de 18/02 a 30/06/93. Para isto foram coletadas informações referentes a frequência de irrigação; tempo de irrigação e fases fenológicas da videira. Estimativouse também a necessidade de água da cultura da videira, obtida com base na evaporação do tanque classe A do Campo Experimental Mandacaru, Juazeiro-BA; nos coeficientes de cultivo da videira (Tabela 8) na eficiência de irrigação do sistema considerado.

Tabela 8. Coeficiente de cultura (Kc) para videira e coeficientes de sombreamento (C).

Discriminação	Percentagem de solo sombreado									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Kc	.45	.45	.5	.6	.65	.7	.75	.75	.75	.75

Fontes: Doorenbos & Kassam (1979) e Vermeiren & Jobling (1986).

A Tabela 9 mostra a estimativa da necessidade de água da cultura da videira, a qual foi obtida com base no seguinte procedimento: a evapotranspiração potencial foi calculada, multiplicando-se a evaporação do tanque classe A pelo coeficiente de tanque, enquanto que a evapotranspiração real foi calculada, multiplicando-se a evapotranspiração potencial pelo coeficiente de cultura.

Enquanto a Tabela 10, apresenta o resumo do manejo de água ao longo do período considerado, bem como o relacionamento entre a necessidade de água da cultura e o volume de água aplicado. Esta Tabela foi calculada como segue: multiplicando-se a evapotranspiração real pela área explorada por uma planta e pelo coeficiente de sombreamento ou de cobertura, tem-se o volume de água necessário por planta. Enquanto que o volume médio de água aplicado por planta, foi calculado multiplicando-se a vazão média obtida em cada teste, pelo número de gotejadores por planta, pelo tempo de irrigação e pela frequência de irrigação. Fazendo-se a

Tabela 9. Estimativa da necessidade de água da cultura da videira no período de 18/02 a 30/06/93.

Período (semana)	Evapor. tanque (mm)	Coef. tanq. (ad)	Evapot. potenc. (mm)	Coef. cult. (ad)	Evapot. real (mm)	Prec. (mm)
18/2 a 28/2	107,60	0,75	7,34	0,45	3,30	
01/3 a 07/3	82,00	0,75	8,79	0,45	3,96	
08/3 a 14/3	77,20	0,75	8,27	0,50	4,14	
15/3 a 21/3	70,70	0,75	7,57	0,60	4,54	
22/3 a 28/3	79,60	0,75	8,53	0,60	5,12	
29/3 a 04/4	60,20	0,75	6,45	0,65	4,19	
05/4 a 11/4	65,60	0,75	7,03	0,65	4,57	
12/4 a 18/4	77,70	0,75	8,32	0,70	5,82	
19/4 a 25/4	68,20	0,75	7,31	0,70	5,12	
26/4 a 02/5	57,50	0,75	6,16	0,75	4,62	
03/5 a 09/5	66,90	0,75	7,17	0,75	5,38	
10/5 a 16/5	70,40	0,75	7,54	0,75	5,66	
17/5 a 23/5	56,80	0,75	6,09	0,75	4,57	
24/5 a 30/5	65,30	0,75	7,00	0,75	5,25	
31/5 a 06/6	60,70	0,75	6,50	0,75	4,88	
07/6 a 13/6	54,80	0,75	5,87	0,75	4,40	
14/6 a 20/6	50,10	0,75	5,37	0,75	4,03	
21/6 a 27/6	53,20	0,75	5,70	0,75	4,28	

Obs.: as precipitações ocorridas foram muito baixas nesse período

Tabela 10. Resumo do manejo de água na cultura da videira ao longo do período de 18/02 a 30/06/93.

Período (semana)	Evapot. real (mm)	Coef. cober tura (%)	Volume liquid neces. (l/pxd)	Volume bruto aplic. (l/pxd)	Efic. de irri. (%)	Volume líquid aplic. (l/pxd)	Rel. Vln Vla -
18/2 a 28/2	3,30	10	2,89	23,16	34,20	7,92	2,74
01/3 a 07/3	3,96	20	6,93	23,16	34,20	7,92	1,14
08/3 a 14/3	4,14	30	11,58	23,16	34,20	7,92	0,68
15/3 a 21/3	4,54	40	15,89	23,16	34,20	7,92	0,50
22/3 a 28/3	5,12	45	20,16	19,20	32,50	6,24	0,31
29/3 a 04/4	4,14	50	18,33	19,20	32,50	6,24	0,34
05/4 a 11/4	4,57	55	21,99	19,20	32,50	6,24	0,28
12/4 a 18/4	5,82	60	30,56	19,20	32,50	6,24	0,20
19/4 a 25/4	5,12	65	29,12	19,20	32,50	6,24	0,21
26/4 a 02/5	4,62	70	28,30	30,96	72,50	22,45	0,79
03/5 a 09/5	5,38	75	35,31	30,96	72,50	22,45	0,64
10/5 a 16/5	5,66	80	30,62	30,96	72,50	22,45	0,73
17/5 a 23/5	4,57	85	33,99	30,96	72,50	22,45	0,66
24/5 a 30/5	5,25	90	41,34	30,96	72,50	22,45	0,54
31/5 a 06/6	4,88	95	40,57	28,44	63,29	18,00	0,44
07/6 a 13/6	4,40	100	38,50	28,44	63,29	18,00	0,47
14/6 a 20/6	4,03	100	35,26	28,44	63,29	18,00	0,51
21/6 a 27/6	4,28	100	37,45	28,44	63,29	18,00	0,48

* Área da planta = 3,5 m x 2,5 m = 8,75 m²

** V_n = Volume necessário e V_m = Volume médio aplicado.

diferença entre o volume de água necessário e o volume médio aplicado por planta, encontra-se o excesso (+) ou a deficiência (-) de água aplicada ao longo do ciclo fenológico da cultura. Nesses cálculos também foram levados em consideração a precipitação ocorrida no período considerado.

1.3.2. Resultados

A cultura da videira é irrigada diariamente com um tempo de irrigação de seis horas por unidade de rega, de segunda-feira a sábado e de tres horas aos domingos. Porém, o tempo de irrigação de seis horas é dividido em duas irrigações intermitentes de tres horas cada. Vale salientar, que esse tempo de irrigação é mantido constante ao longo de todas às fases fenológicas da planta, não levando-se em consideração nem os coeficientes de cultivo nem as demandas evapotranspirométrica de cada dia ou semana, no período de estudo, apesar de haver tanque de evaporação classe A instalado nesta Fazenda. Esta conclusão é também reforçada, uma vez que cada um das tres unidades de rega é dividida em duas subáreas através do processo de poda em períodos distintos.

Relacionando-se o volume de água aplicado diariamente por planta com a evapotranspiração real da videira, pode-se verificar que no mês de fevereiro, esse fator correspondia a 2,74, mas que decresceu bruscamente até a terceira semana de abril, quando alcançou o valor mínimo de 0,21. Com a eliminação dos vazamentos

ao longo das linhas laterais e com um pequeno ajuste da pressão no cabeçal de controle, esse fator aumentou para 0,79, mas que passou a decrescer novamente, tendo alcançado o valor de 0,48, em decorrência do aumento da necessidade de água da planta, bem como da redução do volume de água aplicada. Não houve ocorrência de chuvas no período em estudo, que amenizasse essa relação.

Isto significa que tanto a uniformidade de distribuição de nitrogênio via fertirrigação quanto o manejo de água ao longo do ciclo fenológico da videira, foi bastante prejudicado pelo desempenho do sistema de irrigação por gotejamento. A deficiência de água constatada, foi amenizada pelo fluxo ascendente de água proveniente do lençol freático, cuja profundidade nessa área oscilou entre 1,10 e 1,50 m, conforme item 5.2.4. Isso pode ser reforçado ainda mais, quando se analisa o perfil de umidade no solo dentro do bulbo molhado, ao longo do ciclo fenológico da videira, cujos teores médios de umidade nas profundidades de 30, 60 e 90 cm, oscilaram em torno de 11,46, 10,92 e 12,70%, respectivamente. Teores de umidade esses, que correspondiam a uma tensão média de 0,50 atm.

Como a capacidade de retenção de água do solo em estudo (com base no teor médio de água disponível no solo antes da irrigação), é da ordem de 3,20 mm/0 a 30 cm, de 7,51 mm/30 a 60 cm e de 7,92 mm/60 a 90 cm; como 88,85% das raízes estão concentradas na profundidade de 0 a 80 cm; como a vazão média dos emissores foi da ordem de 2,12 l/h e a irrigação foi fracionada em dois ciclos diários de 3:00 hs cada, pode-se afirmar que as perdas de água por percolação profunda, foram

praticamente desprezível, uma vez que a relação entre o volume líquido necessário e o volume aplicado era inferior 1,00. Assim, contribuição do lençol freático existente na área em estudo, pode ser proveniente de vazamentos no canal secundário e/ou da área irrigada por pivô central, que estão situados em cotas superiores às da área irrigada por gotejamento.

Apesar da área irrigada por gotejamento ser pequena (10,17 ha) e existência de injetores de fertilizante tipo sucção paralela, a aplicação de fertilizantes nitrogenados e potássicos é muito pouco praticada nesta Fazenda.

2.3. Monitoramento dos parâmetros climáticos e fisiológicos da plantas

2.3.1. Metodologia

Correspondeu ao monitoramento de uma série de parâmetros fisiológicos da planta ao longo do ano. Durante o período de 18/02 a 30/06/93, foram tomadas leituras quinzenais. Foram monitoradas os seguintes parâmetros: temperatura da folha, resistência estomática da folha, potencial hídrico da folha e transpiração. Além desses fatores, foram também coletados dados climáticos, tais como: temperatura do ar, umidade relativa e evaporação do tanque classe A.

2.3.2. Resultados

O comportamento de alguns fatores ambientais e fisiológicos tomados ao longo do dia, durante os primeiros dois meses de desenvolvimento da planta. Durante este período a resistência

estomática média diária foi da ordem de $1,31 \text{ cm.s}^{-1}$ (variando de $0,69 \text{ cm.s}^{-1}$ às 9:00 a $3,13 \text{ cm.s}^{-1}$ às 17:00), enquanto a transpiração média $3,62 \text{ ug.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ às 17:00 a $14,88 \text{ ug.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 11). Enquanto que, o potencial hídrico elevou-se de 5,73 bar às 7:00 hs da manhã para 11,88 bar às 12:00 hs e voltando a cair para 7,96 bar às 17:00 hs (Tabela 11). Pode-se verificar também que as temperaturas das folhas mostraram-se praticamente iguais às do ar, no período da manhã e ligeiramente inferior no período da tarde, cujos valores médios variaram de 27,7 a 35,2 °C (Tabela 11).

Quando se relaciona esses parâmetros, pode-se concluir que as plantas de videira estavam vegetando normalmente. Alguns autores mencionam, que quando o potencial hídrico na folha da videira alcança o valor de 4,0 bar, a planta paralisa os seus processos metabólicos. Isto é válido para regiões de clima temperado, uma vez que outros parreirais da região do Submédio São Francisco, foram encontrados potenciais hídricos com até 15,5 bar.

Tabela 11. Parâmetros climáticos e fisiológicos da cultura da videira ao longo do dia

Parâmetros	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Temperatura do ar (°C)	27,8	30,9	34,2	35,2	35,2	32,6
Temperatura da folha (°C)	27,7	30,9	34,0	34,4	34,3	31,9
Resistência estomática (cm.s^{-1})	1,28	0,69	0,84	0,89	1,01	3,13
Transpiração ($\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	6,82	11,40	14,16	14,88	12,65	3,62
Potencial hídrico (bar)	5,73	8,34	11,29	11,67	11,83	7,96

Obs.: Com exceção do potencial hídrico, a tomada de dados foi paralizada em decorrência da quebra do aparelho "Porómetro".

2.4. Mapeamento do sistema radicular

2.4.1. Metodologia

Compreendeu a abertura de trincheiras no solo em duas plantas para determinação do sistema radicular da videira, de acordo com os métodos monolito, descritos por Kolesnicov (1971) e por Van Zyl (1988), recomendado para fruteiras. Para coletar essas informações foram adotados os seguintes procedimentos: a) A área ocupada por uma planta foi dividida em quatro quadrantes iguais; b) O início da abertura da trincheira, deu-se a partir do ponto intermediário entre duas fileiras consecutivas de plantas; c) O volume total de solo do quadrante escolhido para o estudo do sistema radicular, foi dividido em volumes menores com dimensões de 42 cm x 35 cm x 40 cm; d) O solo de cada um desses microvolumes foi cuidadosamente escavado e peneirado, para extração das raízes existentes nele; e) Em laboratório, essas raízes foram classificadas em dois grupos (raízes de absorção de água e nutrientes: raízes com diâmetro inferior a 3mm e raízes de sustentação: raízes com diâmetro superior a 3 mm); f) Em seguida essas raízes foram colocadas em estufa a 70°C, para determinação do peso seco; g) Com base nos dados obtidos fêz-se a distribuição do sistema radicular da videira. Também foram contadas as raízes na superfície vertical de cada microvolume, no sentido paralelo à fileira de plantas. Inicialmente essas raízes eram pintadas na cor branca para contrastar com o solo, visando a obtenção de fotografias. Além desses, outros parâmetros também foram coletados, tais como densidades aparente e real, porosidade e

aeração.

2.4.2. Resultados

Com base nos dados coletados em campo e nas determinações feitas em laboratório, elaboraram-se as Figuras de 4 a 8 que mostram a distribuição do sistema radicular da videira, variedade itália, com seis anos de idade, cultivadas em solos podzólico Bruno, sob irrigação por gotejamento.

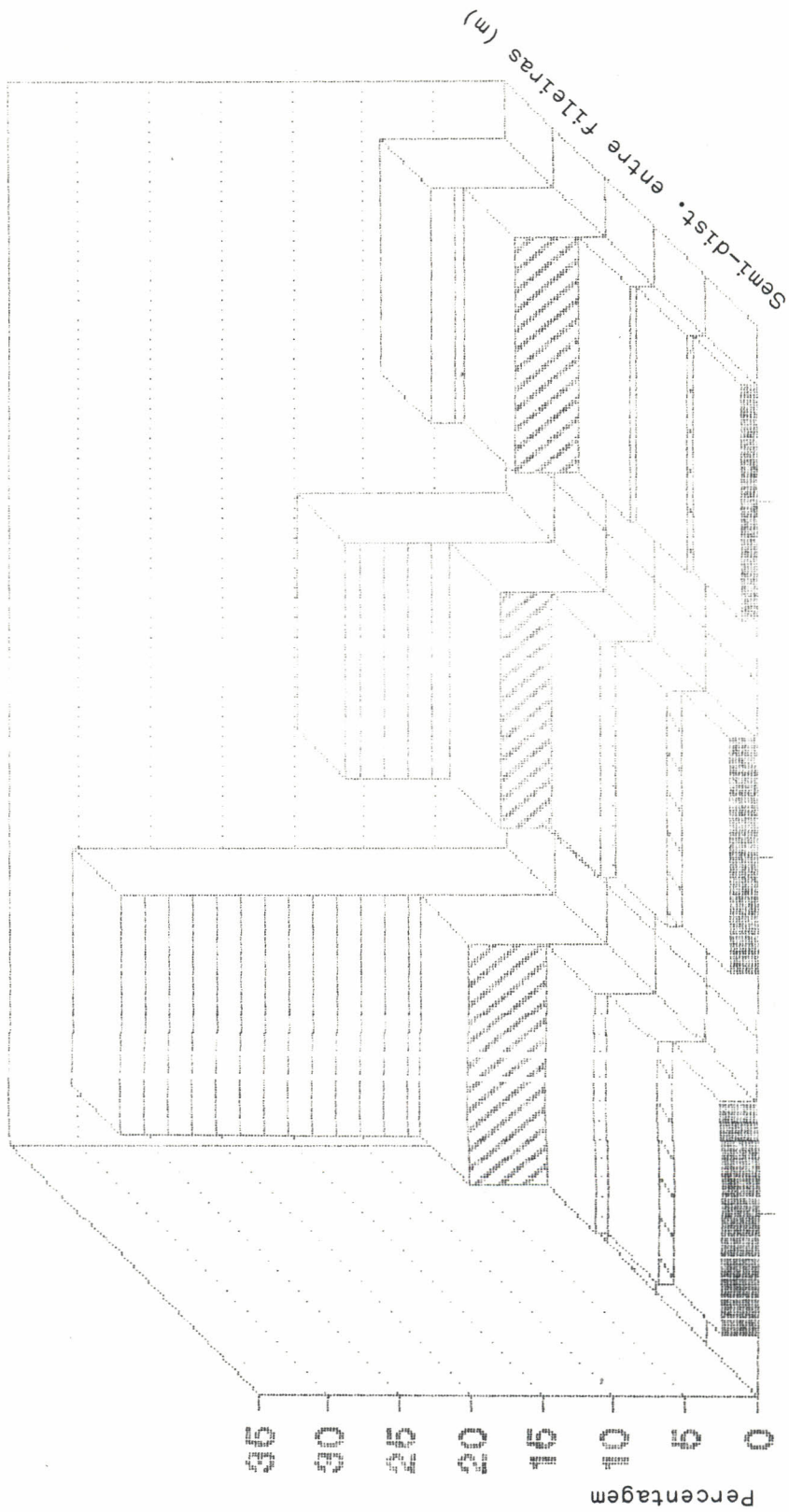
Distribuição Horizontal do Sistema Radicular

2.4.2. Resultados

As Figuras 4 a 6 mostram as distribuições horizontais do sistema radicular da videira, considerando-se a concentração total de raízes (raízes de absorção de água e nutrientes e de raízes de sustentação), existente em faixas distintas da área ocupada pela planta, nas camadas de solo de 0 a 40, 41 a 80 e de 81 a 120 cm. Nestas figuras a planta está localizada na origem dos eixos. Foram consideradas raízes de absorção de água e nutrientes, aquelas raízes cujos diâmetros são inferiores a 3 mm e raízes de sustentação, aquelas com diâmetro superior a 3 mm.

Pode-se verificar através da Figura 4, que quando se analisa a distribuição horizontal de raízes na camada de 0 a 40 cm, pode-se verificar que as concentrações de raízes decrescem bruscamente, a medida que se afasta da planta em relação ao centro da fileira. Verifica-se que 54,10% está contida no espaço compreendido entre 0 e 35 cm e que 87,40% está contida no espaço

Distrib. Horiz. raízes da videira irrigação por gotejamento

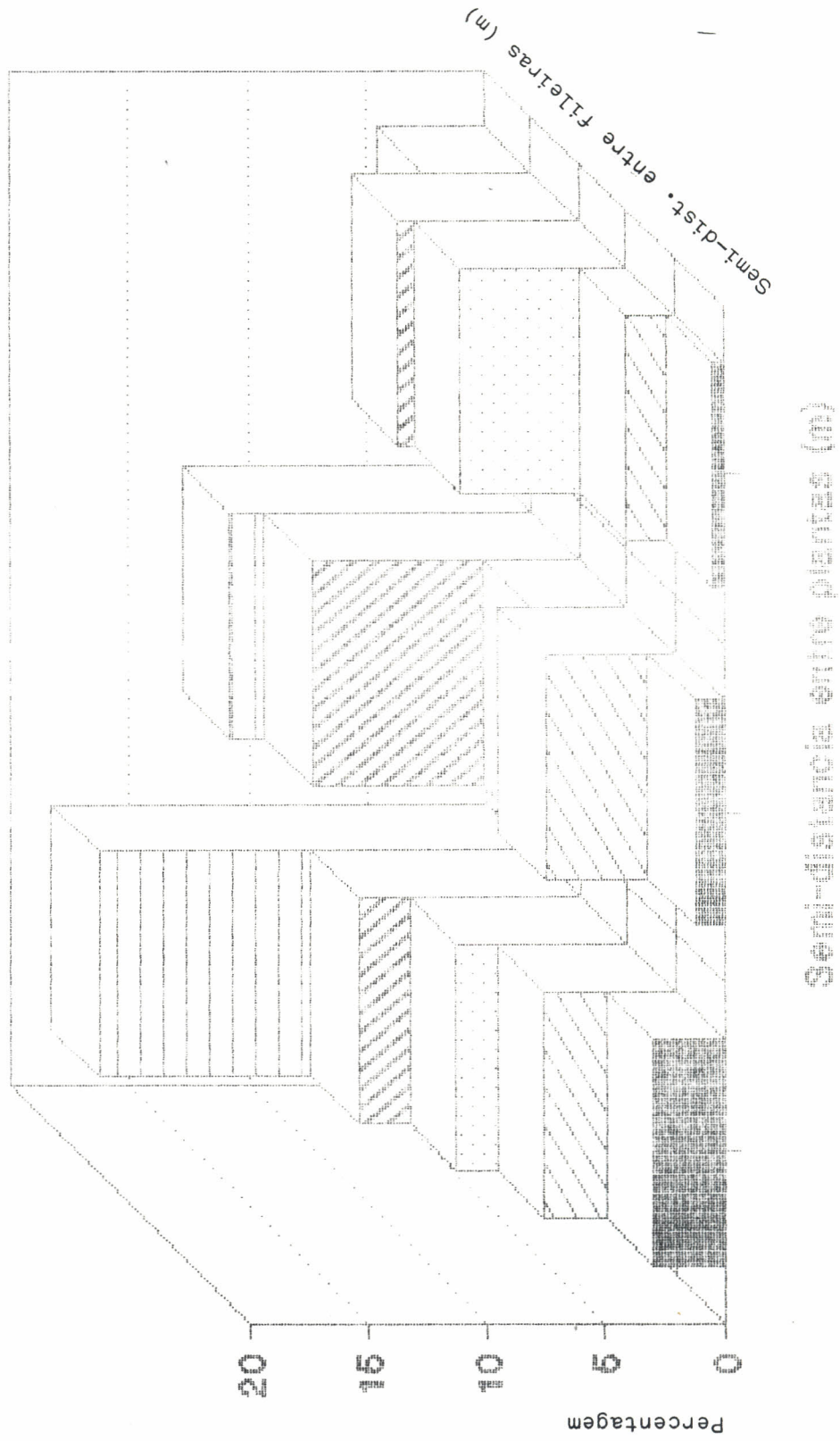


Semi-distancia entre plantas (m)

Camada 0 a 40 cm

Fig. 4.

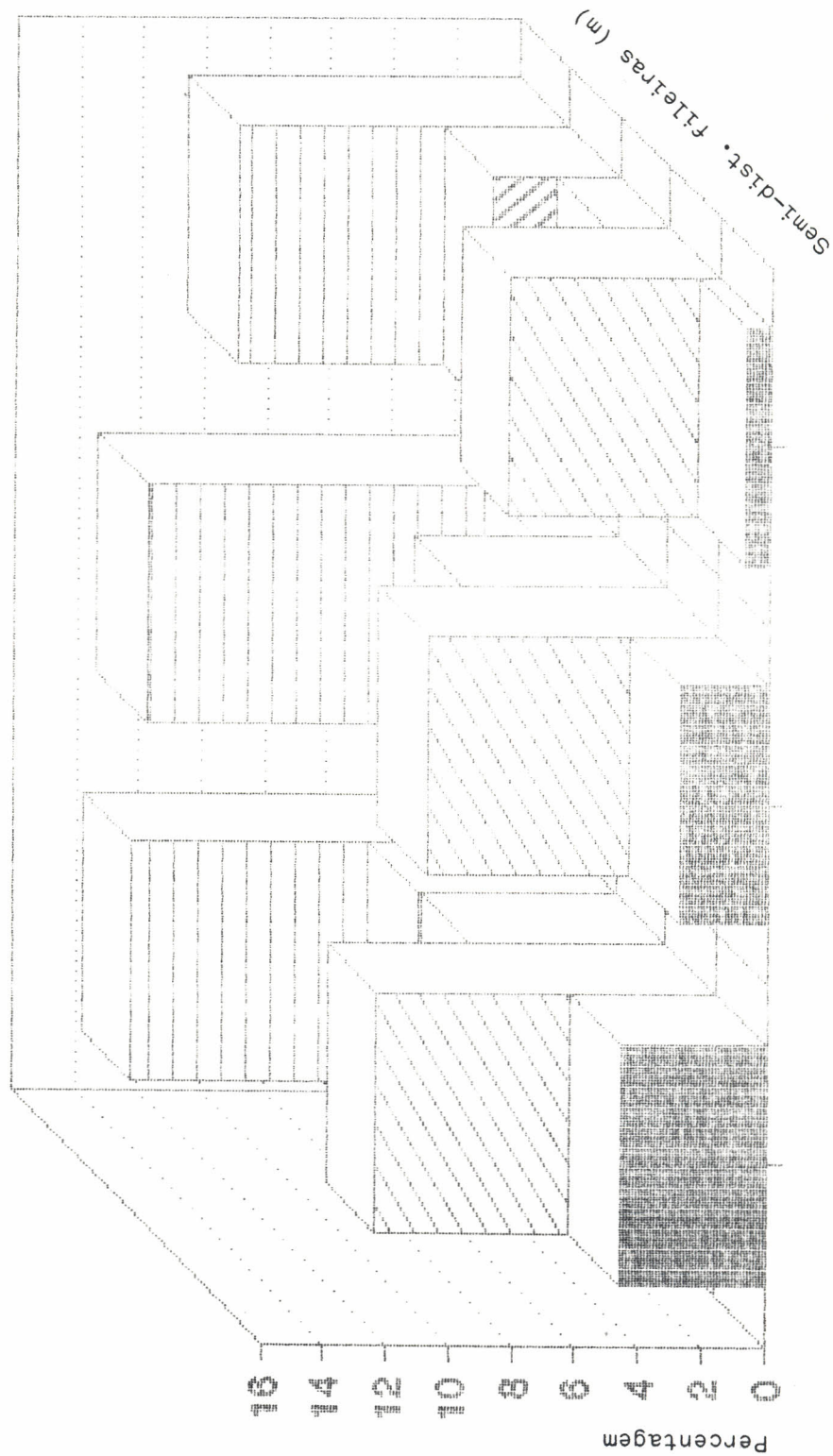
Distrib. Horiz. raízes da videira irrigação por gotejamento



Camada 40 ± 80 cm

Fig. 5.

Distrib. Horiz. raízes da videira irrigação por gotejamento



Semi-distância entre plantas (m)

Camada 80 a 120 cm

Fig. 6.

entre 0 e 105 cm, em relação ao centro da fileira (Tabela 12).

Tabela.12 Distribuição horizontal de raízes da videira na camada de 0 a 40 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acumul. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	30,61	14,78	8,71	54,10	54,10
36 a 70	9,59	7,44	6,31	23,34	77,44
71 a 105	4,29	3,79	1,88	9,96	87,40
106 a 140	3,42	2,76	1,37	7,55	94,95
141 a 175	2,38	1,79	0,88	5,05	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	50,29	30,56	19,15	100,00	

Quando se analisa a distribuição das concentrações de raízes na camada de 0 a 40 cm entre duas plantas consecutivas, ao longo da mesma fileira, pode-se constatar que as concentrações de raízes também apresentam um decréscimo significativo, a medida que se afasta da planta (Fig.4), variando de 50,29 a 19,15% (Tabela 12).

Analisando-se a Figura 5 que mostra a distribuição horizontal das raízes na camada de 41 a 80 cm, pode-se constatar que a sua distribuição é bastante semelhante à obtida na camada 0

a 40 cm. Pode-se constatar ainda, que 82,46% das raízes existentes na camada de 41 a 80 cm, estão contidas na faixa de solo úmido solo de 0 a 105 cm, ao centro da fileira de plantas, e que as concentrações de raízes entre duas plantas consecutivas, ao longo da fileira varia de 41,69 a 23,95% (Tabela 13).

Tabela.13 Distribuição horizontal de raízes da videira na camada de 40 a 80 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acumul. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	18,29	12,77	4,57	35,63	35,63
36 a 70	9,45	11,37	7,66	28,48	64,11
71 a 105	7,26	4,09	7,00	18,35	82,46
106 a 140	5,53	5,46	2,04	13,03	95,49
141 a 175	2,93	1,18	0,40	4,51	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	43,46	34,87	21,67	100,00	

Analisando-se a Figura 6 que mostra a distribuição horizontal das raízes na camada de 81 a 120 cm, constatou-se uma variação muito grande na distribuição das raízes dentro do volume de solo molhado. Mesmo assim, 65,37% das raízes existentes na camada de 81 a 120 cm, estão contidas na faixa de solo de 0 a

105 cm, em relação ao centro da fileira de plantas (Tabela 14).

Tabela.14 Distribuição horizontal de raízes da videira na camada de 80 a 120 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	13,80	13,38	10,58	37,76	37,76
36 a 70	6,29	2,61	4,01	12,91	50,67
71 a 105	6,19	6,48	2,03	14,70	65,37
106 a 140	10,78	9,13	6,62	26,53	91,90
141 a 175	4,63	2,76	0,71	8,10	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	41,69	34,36	23,95	100,00	

Por outro lado, quando se analisa a distribuição horizontal de raízes com diâmetro inferior a 3 mm (raízes de absorção de água e nutrientes) e de raízes com diâmetro superior a 3 mm (raízes de sustentação), existentes nas camadas de 0 a 40, 41 a 80 e de 81 a 120 cm, pode-se verificar que as maiores concentrações seguem os mesmos padrões das Figuras 4 a 6 (Tabelas 15 a 20).

Tabela. 15 Distribuição horizontal de raízes da videira, com diâmetro inferior a 3 mm na camada de 0 a 40 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	15,69	18,01	13,24	46,94	46,94
36 a 70	6,34	11,04	7,41	24,79	71,73
71 a 105	3,59	4,07	3,33	10,99	82,72
106 a 140	3,52	3,00	2,51	9,03	91,75
141 a 175	3,77	2,77	1,71	8,25	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	32,91	38,89	28,20	100,00	

Tabela.16 Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro superior a 3 mm na camada de 0 a 40 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Porcentagem acum. de raízes entre plantas	Porcentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	38,12	13,15	6,44	57,71	57,71
36 a 70	11,22	5,62	5,76	22,60	80,31
71 a 105	4,65	3,64	1,15	9,44	89,75
106 a 140	3,37	2,64	0,80	6,81	96,56
141 a 175	1,68	1,30	0,46	3,44	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	59,04	26,35	14,61	100,00	

Tabela.17 Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro inferior a 3 mm na camada de 40 a 80 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	21,82	11,75	6,48	40,05	40,05
36 a 70	7,56	7,01	6,58	21,15	61,20
71 a 105	6,68	5,39	3,04	15,11	76,39
106 a 140	4,58	7,43	4,38	16,9	92,78
141 a 175	4,70	1,63	0,97	7,30	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	45,34	33,21	21,45	100,00	

Tabela.18 Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro superior a 3 mm na camada de 40 a 80 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	17,10	14,35	0,62	32,07	32,07
36 a 70	11,39	15,16	5,08	31,63	63,70
71 a 105	8,15	3,48	10,21	21,84	85,54
106 a 140	6,55	4,47	0,57	11,59	97,13
141 a 175	1,92	0,95	0,00	2,87	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	45,11	38,41	16,48	100,00	

Tabela. 19 Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro inferior a 3 mm na camada de 80 a 120 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	9,28	13,27	5,15	27,70	27,70
36 a 70	8,89	3,70	4,30	16,89	44,59
71 a 105	8,86	7,83	3,20	18,89	64,48
106 a 140	11,74	8,01	10,33	30,08	94,66
141 a 175	2,04	2,98	0,42	5,44	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	40,81	35,79	23,40	100,00	

Tabela.20 Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro superior a 3 mm na camada de 80 a 120 cm, sob irrigação por gotejamento (%).

Distância entre fileiras de plantas (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem acum. de raízes entre plantas	Percentagem acum. de raízes entre fileiras
	0 a 42	43 a 84	85 a 126		
0 a 35	21,60	13,40	19,97	54,97	54,97
36 a 70	1,81	0,72	3,51	6,04	61,01
71 a 105	1,59	4,15	0,00	5,74	66,75
106 a 140	9,14	11,07	1,54	21,75	88,50
141 a 175	9,11	2,39	0,00	11,50	100,00
Total	100,00			100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	43,25	31,73	25,02	100,00	

Com base nesses resultados, pode-se concluir que a eficiência de absorção de água e nutrientes pode ser considerada regular, uma vez que os fertilizantes são localizados em pequenos segmentos de sulcos situados no topo do camalhão entre duas plantas consecutivas, ao longo da fileira de plantas. Esses segmentos de sulcos são rasos, estreitos e não cobrem toda a extensão entre duas plantas consecutivas. Ou seja, esses segmentos de sulcos são centralizados no espaço entre duas plantas. Isto mostra porque as raízes existentes na camada 41 a 80 cm, estão mais concentradas na faixa intermediária entre duas

plantas consecutivas. Sugere-se que esses segmentos de sulcos sejam mais profundos, mais largos e que cubra tóda a extensão entre duas plantas consecutivas. Para que haja uma maior solubilidade dos fertilizantes é necessário que esses sejam bem misturados com o solo. Visando-se minimizar os efeitos dos cortes das raízes em cada ciclo de cultivo, sugere-se que as adubações de fundação num mesmo segmento de sulco, seja feita de maneira alternada com os ciclos de cultivo.

Distribuição Vertical do Sistema Radicular

As Figuras 7 e 8 mostram as distribuições verticais do sistema radicular da videira, considerando-se a concentração total de raízes (raízes de absorção de água e nutrientes e de raízes de sustentação) existentes nas camadas de solo de 0 a 40, 41 a 80 e de 81 a 120 cm, em relação a distância entre plantas e entre fileiras, respectivamente. Nestas figuras a planta está localizada na origem dos eixos.

Analisando-se a Figura 7, verifica-se que a concentração de raízes diminui gradativamente, em tódas as camadas de solo, se considera a distância entre plantas. Verifica-se ainda, que as concentrações acumuladas de raízes nas camadas de solo de 0 a 40 e de 0 a 80 cm, são da ordem de 61,90 e de 90,45%, respectivamente, quando se considera o espaçamento entre plantas (Tabela 21).

Distribuição vertical raízes da videira irrigação por gotejamento

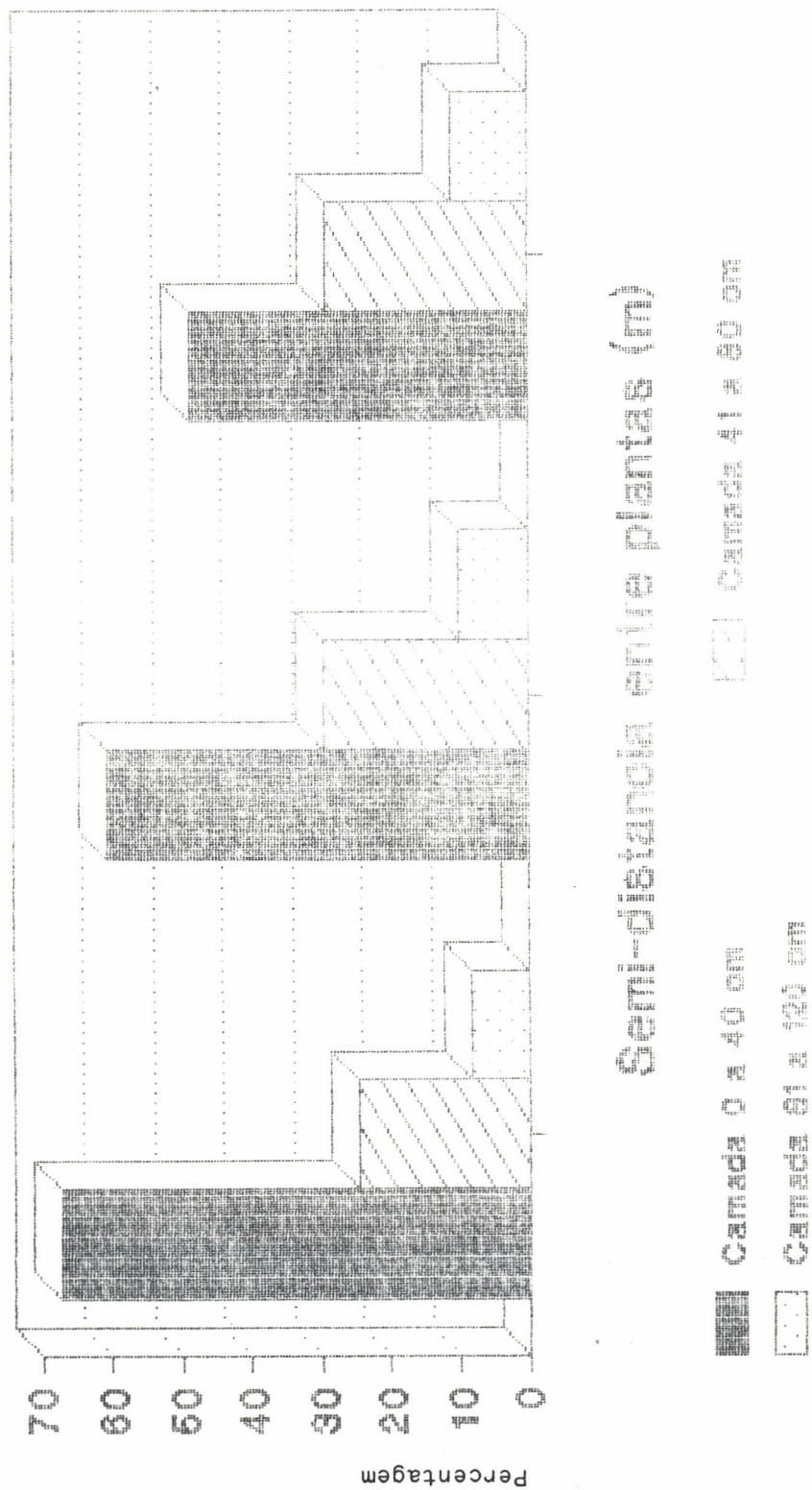


Fig. 7.

Distribuição vertical das raízes da videira irrigada por gotejo

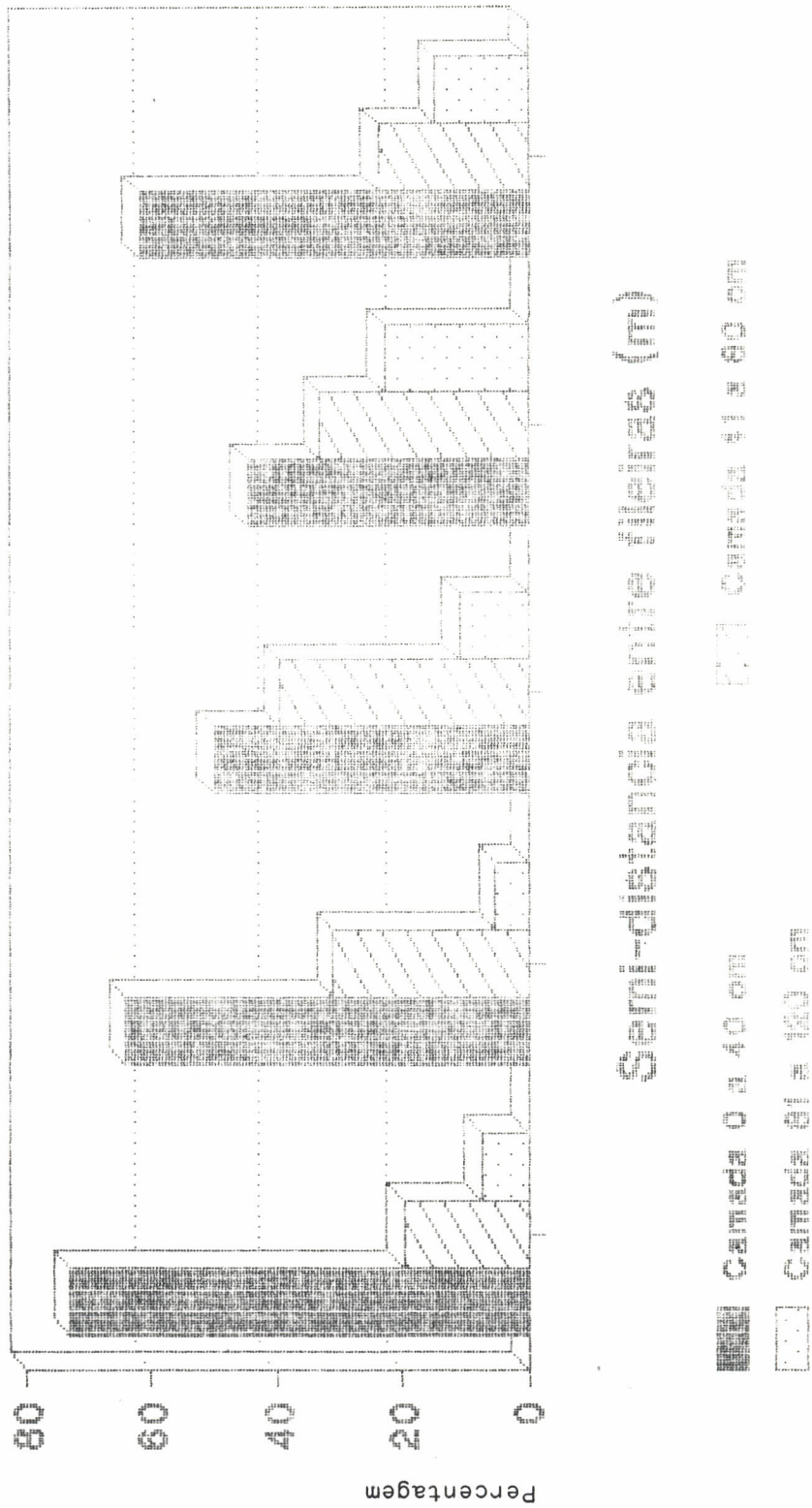


Fig. 8.

Tabela.21 Distribuição vertical de raízes da videira entre plantas, sob irrigação por gotejamento (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre plantas (cm)			Porcentagem média
	0 a 42	43 a 84	85 a 126	
0 a 40	67,10	60,55	48,72	62,59
41 a 80	24,80	29,55	28,95	27,77
81 a 120	8,10	9,90	10,93	9,64
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Quando se analisa a distribuição vertical média das raízes entre fileiras, pode-se observar que as suas concentrações também diminuem na camada superficial do solo, a medida que se afasta da planta, enquanto que na camada de 41 a 80 cm, a maior concentração ocorre na faixa de 71 a 105 cm, em relação a planta (Figura 8). A Tabela 22 mostra que 58,36% das raízes estão concentradas na camada de 0 a 40 cm e que 87,25% estão contidas na camada de 0 a 80 cm.

Tabela.22 Distribuição vertical de raízes da videira entre fileiras, sob irrigação por gotejamento (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre fileiras (cm)					Percentagem média
	0 a 35	36 a 70	71 a 105	106 a 140	141 a 170	
0 a 40	72,92	64,02	49,95	44,47	61,90	58,65
41 a 80	19,65	30,83	39,33	32,80	23,63	29,25
81 a 120	7,43	5,15	10,72	22,73	14,45	12,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Relacionando-se a distribuição de raízes no sentido horizontal (Figuras 4 e 5) com a distribuição de raízes no sentido vertical (Figuras 7 e 8), pode-se concluir que os pontos ideais para monitorar-se o manejo de água na cultura da videira, sob o sistema de irrigação por gotejamento, estão situados a 42 e a 84 cm de distância em relação a planta, no sentido longitudinal e nas profundidades de 30 e de 80 cm.

Analisando-se o perfil longitudinal do bulbo malhado com o perfil de distribuição vertical do sistema radicular, pode-se constatar que a localização dos fertilizantes no solo em pequenas profundidades, pode está afetando negativamente, a nutrição da planta. Isto pode ser constatado in loco, uma vez que os fertilizantes ficam quase que totalmente exposto na superfície do solo, onde a concentração de raízes é mínima. Recomenda-se fazer adubações mais profundas, compreendendo todo o espaço entre duas plantas consecutivas, utilizando-se alternadamente os espaços em cada ciclo de cultivo.

2.5. Monitoramento da drenagem interna do solo

A discussão da drenagem interna do solo está apresentada num item em separado (Experimento 5), porque compreendeu áreas com sistemas de irrigação e com culturas distintas.

2.6 Conclusões e Recomendações

Durante os dois primeiros testes de vazão, obteve-se coeficientes de uniformidade da ordem de 34,20 e de 32,50%, devido principalmente, ao elevado número de furos daninhos e de emissores fendilhados, que era de 16,75%. Enquanto que durante os últimos dois testes, os valores desse coeficiente elevou-se para 72,50% e depois caiu para 63,29%, mesmo com a eliminação total dos vazamentos. Para cultura da videira e para a topografia da área considerada, o coeficiente de uniformidade aceitável para a irrigação por gotejamento seria de 85 a 90%.

Constatou-se também que a pressão de serviço variou de 1,50 a 3,20 atm, condicionando a obtenção de vazões muito abaixo do vazão normal do gotejador utilizado. Mesmo com os vazamentos eliminados, a vazão média obtida era 38,13% inferior à vazão normal desse gotejador.

Verifica-se portanto que tanto a operacionalização quanto o manejo do sistema de irrigação, está comprometendo o manejo de água da cultura da videira, apesar de tratar-se de um sistema de irrigação localizada e bastante pequeno.

Constatou-se que o tempo de irrigação é mantido constante ao longo de todas às fases fenológicas da planta, não levando-se em consideração nem os coeficientes de cultivo e nem as demandas evapotranspirométrica de cada dia ou semana, apesar de haver tanque de evaporação classe A instalado nesta Fazenda. De acordo com o balanço de água, verificou-se que a deficiência de água foi bastante significativa, e que foi amenizada pelo fluxo ascendente de água proveniente do lençol freático. Isso pode ser reforçado ainda mais, quando se analisa o perfil de umidade no solo dentro do bulbo molhado, ao longo do ciclo fenológico da videira, cujos teores médios de umidade nas profundidades de 30, 60 e 90 cm, oscilaram em torno de 11,46, 10,92 e 12,70%, respectivamente. Teores de umidade esses, que correspondiam a uma tensão média de 0,50 atm.

Recomenda-se que cada unidade de rega seja podada de uma só vez, ao invés de dividi-la em subáreas e que o manejo de água seja ajustado para cada unidade de rega, pelo menos em períodos semanais.

Apesar da área irrigada por gotejamento ser pequena (10,17 ha) e existência de injetores de fertilizante tipo sucção paralela, a aplicação de fertilizantes nitrogenados e potássicos é muito pouco praticada nesta Fazenda.

Quando se analisou a distribuição horizontal de raízes na camada de 0 a 40 cm, verificou-se que as concentrações de raízes decresceram bruscamente, a medida que se afastou da planta em relação ao centro da fileira. Verificou-se que 54,10% estava

contida no espaço compreendido entre 0 e 35 cm e que 87,40% estava contida no espaço entre 0 e 105 cm, em relação ao centro da fileira. Quando se o espaço entre duas plantas consecutivas, ao longo da mesma fileira, pode-se constatar que as concentrações de raízes também apresentaram um decréscimo significativo, a medida que se afastou da planta, variando de 50,29 a 19,15%.

Analisando-se a distribuição horizontal das raízes na camada de 41 a 80 cm, constatou-se que a sua distribuição é bastante semelhante à obtida na camada 0 a 40 cm, quando se considera a distância entre fileiras. Pode-se constatar ainda, que 82,46% das raízes existentes na camada de 41 a 80 cm, estão contidas na faixa de solo úmido solo de 0 a 105 cm, em relação ao centro da fileira de plantas, e que as concentrações de raízes entre duas plantas consecutivas, ao longo da fileira varia de 41,69 a 23,95%.

Com base nesses resultados, pode-se concluir que a eficiência de absorção de água e nutrientes pode ser considerada regular, uma vez que os fertilizantes são localizados em pequenos segmentos de sulcos situados no topo do camalhão entre duas plantas consecutivas, ao longo da fileira de plantas. Esses segmentos de sulcos são rasos, estreitos e não cobrem toda a extensão entre duas plantas consecutivas. Ou seja, esses segmentos de sulcos são centralizados no espaço entre duas plantas. Isto mostra porque as raízes existentes na camada 41 a 80 cm, estão mais concentradas na faixa intermediária entre duas plantas consecutivas. Sugere-se que esses segmentos de sulcos sejam mais profundos, mais largos e que cubra toda a extensão

entre duas plantas consecutivas. Para que haja uma maior solubilidade dos fertilizantes é necessário que esses sejam bem misturados com o solo. Visando-se minimizar os efeitos dos cortes das raízes em cada ciclo de cultivo, sugere-se que as adubações de fundação num mesmo segmento de sulco, seja feita de maneira alternada com os ciclos de cultivo.