

EXPERIMENTO 2: Monitoramento do Manejo de Água na Cultura da Videira ao Nível de Campo sob Irrigação por Sulcos, utilizando Tubos Janelados Móveis.

PC-OK

José Monteiro Soares

Tarcízio Nascimento

Gilberto Gomes Cordeiro

Manoel Teixeira de Castro Neto

Daniel Delfino da Silva

2.1. Descrição do Sistema de Irrigação

O sistema de irrigação por sulcos, utilizando tubos janelados é composto por subunidades de rega, cuja área média é de 12 ha. Cada subunidade de rega é constituída por uma tubulação lateral móvel, onde estão instaladas as janelas e por 18 sulcos convencionais, compreendendo 9 fileiras de plantas. A alimentação da tubulação móvel é feita através de hidrantes tipo "chaminé" instaladas em pontos equidistantes ao longo de tubulações terciárias de concreto, que são enterradas na extremidade do sulco que apresenta maior cota. A tubulação janelada é composta por um tubo em aço zincado com 125 mm de diâmetro, montada sobre rodas de ferro, com chaminés em pontos equidistantes para extração de ar, podendo ser alimentadas por ambas as extremidades, através de mangotes que fazem a ligação deste com os hidrantes. Ao longo desse tubo são instaladas as janelas, que fazem a derivação de água para os sulcos. Em cada tubo móvel são instaladas um determinado número de janelas, que

varia de uma subárea para outra, dependendo do espaçamento entre os hidrantes. A composição básica de uma janela também varia de uma subárea, uma vez que existe mais de um modelo de janelas na Fazenda com um todo. De um modo geral, as tabelas 23 e 24 apresentam a constituição básica de uma janela, que pode utilizar dez ou mais peças, em sua maioria em PVC rígido. No entanto no decorrer de uma irrigação, essa composição varia constantemente, principalmente no final das irrigações, devido ao aumento ou redução de vazão ou mesmo, devido a paralização da irrigação num ou mais sulcos. O espaçamento entre plantas é de 3,5 m x 2,5 m.

2.2 Avaliação do Sistema de Irrigação

2.2.1. Metodologia

Correspondeu a realização de uma série de testes para determinação das eficiências de aplicação e de distribuição, bem como das perdas de água por percolação e por escoamento superficial, considerando-se apenas os módulos OCV 01 e OCV 02. Foi adotada a metodologia denominada, recomendada por BERNARDO (1987). Os procedimentos adotados foram os seguintes: a) Como cada subunidade de rega é formada por nove sulcos, foram utilizados nos testes, os sulcos de número 3, 5 e 7; b) Em cada um desses sulcos foram feitos os testes de avanço e de recessão; c) No sulco de número 5 foi feito o teste de infiltração pelo método de entrada-saída; d) Foram determinadas as vazões de cada janela ao longo de uma irrigação, sempre que havia variação de

carga hidráulica no hidrante ou que o irrigante variava a composição de uma janela. e) Foram anotados os tempos de irrigação de cada sulco, levando-se em consideração as categorias de vazão que ocorreram ao longo do teste; f) Foram anotadas todas as alterações feitas pelo irrigante, tanto nas janelas quanto no hidrante, referentes a ajustes de vazão; g) Com base nos dados obtidos, foram calculados as eficiências de aplicação e de distribuição, perdas por percolação e por escoamento superficial no final do sulco, lâminas de água aplicadas, dentre outros fatores; f) Também foram feitos gráficos, visando mostrar o comportamento das curvas de avanço e de recessão da água ao longo do sulco.

2.2.2. Resultados

As Tabelas 25 e 26 mostram o comportamento das vazões aplicadas pelos sistemas de irrigação por tubos janelados nas áreas OCV 01 e OCV 02.

Tabela 25. Resumo do comportamento das vazões das janelas ao longo de uma irrigação na área DCV 01 (17 e 18/11/92).

Teste	Horário leitura	Vazão média	Coef. var p/teste em cada janela	Coef. de variação do sistema	Vazão total	Vazão total
	(h)	(l/s)	(%)	(%)	(l/s)	(m/h)
1	11:00	0,39	1,81	38,75	3,50	12,60
2	16:00	0,30	2,15	48,65	2,72	9,79
3	06:30	0,73	1,45	14,90	6,52	23,47
4	10:50	0,67	1,32	15,35	6,05	21,78
5	12:20	0,67	-	39,59	6,00	21,60
6	12:50	0,52	0,79	63,94	4,69	16,88
Média*	-	0,35	-	43,70	3,11	11,19
Média**	-	0,65	-	33,45	5,82	20,93

Obs.: Os testes 1 e 2 foram realizados em 17/11, enquanto que os testes 3, 4, 5 e 6 foram realizados no dia seguinte ao longo da mesma irrigação, uma vez que a mesma não foi paralizada durante a noite.

* Média calculada com base nos testes 1 e 2. ** Média calculada com base nos testes 3 a 6.

Tabela 26. Resumo do comportamento das vazões das janelas ao longo de uma irrigação na área OCV 02 (15 e 16/04/93).

Teste	Horário leitura (h)	Vazão média (l/s)	Coef. var p/teste em cada janela (%)	Coef. de variação do sistema (%)	Vazão total (l/s)	Vazão total (m/h)
1	10:10	0,68	1,32	14,47	9,78	35,21
2	14:10	0,52	1,00	17,56	7,91	28,48
3	16:30	0,60	4,59	33,95	7,20	25,92
4	17:13	0,75	3,26	14,53	9,76	35,14
5	06:00	0,44	0,79	46,76	5,14	18,50
6	07:30	0,56	-	53,91	6,75	24,30
7	08:30	0,53	2,45	83,49	6,20	22,32
8	09:50	0,50	7,03	104,70	2,79	10,04
Média	-	0,57	-	46,21	6,90	24,99

Obs.: O teste de nº 3 compreendeu apenas as janelas 1 a 7, porque a vazão do conjunto foi se reduzindo gradativamente até zerar. tres minutos após a água voltou, porém com vazão bastante menor quando comparada a anterior.

Obs.: Os testes 1 a 4 foram realizados em 15/04, enquanto que os testes 5 a 8 foram realizados no dia seguinte ao longo da mesma irrigação, uma vez que a mesma não foi paralizada durante a noite.

Obs.: O teste 3 não foi concluído, porque a vazão na tubulação foi reduzindo-se gradativamente até zerar. Tres minutos após as

janelas recomeçaram a funcionar, mas com vazão bastante reduzida.

Através da Tabela 25, pode-se constatar que a vazão total média ($11,19 \text{ m}^3/\text{h}$) do sistema de irrigação por tubo janelado, obtida durante a irrigação no dia 17/11, era 87% inferior a vazão total média obtida no dia seguinte, uma vez que a irrigação continuou na mesma área. Essa variação de vazão marcante deveu-se ao uso simultâneo de dois conjuntos de tubos janelados, ao longo da mesma tubulação terciária (área OCV 01). A Partir das 6:00 hs da manhã do dia 18/11, o conjunto n^o 2 foi desligado, o que condicionou o aumento de vazão no tubo janelado n^o 1 (conjunto em estudo). No entanto, o uso simultâneo de dois conjuntos de tubos janelados numa mesma tubulação terciária não é comum nesta Fazenda, porque o sistema foi projetado para funcionar com apenas um conjunto por linha terciária.

Quando se considera a vazão total média ($24,98 \text{ m}^3/\text{h}$) do sistema de irrigação por tubos janelados da área OCV 02 (Tabela 26), pode-se constatar que ela era 19,35% superior a vazão total média ($20,93 \text{ m}^3/\text{h}$) do conjunto da área OCV 01 (Tabela 25). Essa superioridade de vazão é devido ao maior número de janelas do conjunto de irrigação da área OCV 02, bem como da maior carga hidráulica utilizada no hidrante terciário a que esse conjunto estava ligado.

Analisando-se a vazão média aplicada por sulco (Tabelas 25 e 26), pode-se constatar que elas apresentavam-se ligeiramente inferior a vazão máxima não erosiva, que foi estimada em $0,52 \text{ l/s}$ (Bernardo, 1987).

As Tabelas 27 e 28 mostram o comportamento das vazões e volumes de água aplicados pelos sistemas de irrigação por tubos janelados nas áreas OCV 01 e OCV 02.

Tabela 27. Resumo dos volumes de água aplicados pelo sistema de irrigação por tubos janelados na área OCV 01 em 17 e 18/11/92.

Tempo (h)	Intervalo de tempo (min)	Vazão do conjunto (l/s)	Vazão média (l/s)	Volume médio aplicado (m ³)	Volume acumulado (m ³)
11:00	*	3,50	-	-	-
16:00	300	2,72	3,11	55,98	55,98
06:30**	870	6,52	2,72	141,98	197,96
10:50	260	6,05	6,29	98,12	296,08
12:20	90	6,00	6,03	32,56	328,64
12:50	30	4,69	5,35	9,63	338,27
14:25	95	***	4,69	26,73	365,00

Lâmina média aplicada = $(365,00):(210 \times 9 \times 1,38 \times 2) = 69,97 \text{ mm}$

Obs.: * - início da irrigação ** - Reajuste da vazão com a chegada do irrigante *** - término da irrigação.

Tabela 28. Resumo dos volumes de água aplicados pelo sistema de irrigação por tubos janelados na área OCV 02 em 15 e 16/04/93.

Tempo (h)	Intervalo de tempo (h)	Vazão do conjunto (l/s)	Vazão média (l/s)	Volume médio aplicado (m ³)	Volume acumulado (m ³)
09:15	Início da irrigação				
10:10	55	9,78	9,78	32,27	32,27
14:10	240	7,91	8,85	127,44	159,71
16:30	110	7,20	7,56	49,90	209,61
17:13	43	9,76	8,48	21,88	231,49
22:00	287	9,76	9,76	168,07	339,56
06:00	480	5,19	5,19	149,47	549,03
07:30	90	6,75	5,97	32,24	581,27
08:30	60	6,20	6,48	23,33	604,60
09:50	80	2,79	4,50	21,60	626,20

Lâmina média aplicada = $(626,20) : (231 \times 10 \times 0,875 \times 2) = 154,90 \text{ mm}$

Pode-se verificar através das Tabelas 27 e 28, que os tempos de irrigação por posição foram da ordem de 24:42 e 24:08 hs de funcionamento ininterrupto para as áreas OCV 01 e OCV 02, respectivamente. Os volumes acumulados de água aplicados por uma irrigação nas áreas OCV 01 e OCV 02, foram de aproximadamente 365,00 e 626,20 m³. Considerando que a área irrigada pelo

conjunto de tubos janelados, por posição na área OCV 01, é da ordem de 0,66 ha (210m x 31,50m) e considerando que cada fileira de plantas é dotada de dois sulcos e que a largura da faixa molhada por sulco é de aproximadamente 1,38 m, tem-se que a lâmina média aplicada é de 69,97 mm.

Na irrigação realizada na área OCV 01 nos dias 17 e 18/11/92, constataram-se uma série de anomalias com o sistema de irrigação utilizado. Ou seja, como o sistema considerado funciona de maneira ininterrupta, verificou-se que durante a madrugada de 18/11/92, houve uma redução significativa da carga hidráulica no hidrante da tubulação terciária, chegando a paralizar por completo duas das dez janelas do tubo móvel. Somente às 06:00 hs é que esse problema foi solucionado, uma vez que a partir de 22:00 hs não existe funcionários no campo.

Na área OCV 01, a partir 11:34 hs do dia 18/11/92, com a chegada água no final dos dois sulcos que irrigavam uma mesma fileira, foram constatadas as seguintes situações:

- a) 11:34 hs - as janelas de número 5, 8 e 9 tiveram seus bocais reduzidos de 3/4 para 3/8', enquanto as demais permaneceram com os bocais de 3/4';
- b) 12:22 hs - a janela 6 teve seu bocal aumentado de 3/4 para 1', enquanto as demais permaneceram como especificadas no item a. Porém, o irrigante reduziu a vazão no hidrante terciário para evitar o transbordamento de água através da outra extremidade do tubo janelado;
- c) 12:27 hs - as janelas 1 a 3 permaneceram com os bocais de 3/4'; o bocal da janela 4 foi reduzido de 3/4 para 1/2'; o bocal

da janela 5 permaneceu com o bocal de $3/4'$, mas houve redução da carga hidráulica através da corrente de nivelamento, a janela 6 permaneceu com o bocal de $1'$, o bocal da janela 7 foi reduzido de $3/4$ para $3/8'$, enquanto as janelas 8 e 9 permaneceram com os bocais de $3/8'$;

d) 13:00 hs - o bocal da janela 2 foi reduzido de $3/4$ para $1/2'$, enquanto as demais permaneceram como estavam;

e) 14:25 hs - conclusão da irrigação.

Enquanto que na área OCV 02, Foram constatadas as seguintes alterações na operacionalização do sistema de irrigação:

a) 09:15 hs - início da irrigação;

b) 12:44 hs - a janela 8 foi mudada do sulco 1 para o sulco 2;

c) 13:15 hs - a janela 4 foi mudada do sulco 1 para o sulco 2;

d) 14:33 hs - as janelas 5 e 6 foram mudadas do sulco 1 para o sulco 2;

e) 15:28 hs - a janela 10 foi mudada do sulco 1 para o sulco 2;

f) 16:51 hs - a janela 3 foi mudada do sulco 1 para o sulco 2.

Neste horário faltou água na tubulação durante cinco minutos;

g) 17:30 hs - o bocal da janela 8 foi reduzido de $1/2$ para $3/8'$;

h) 17:54 hs - o bocal da janela 4 foi reduzido de $1/2$ para $3/8'$;

i) 21:40 hs - o bocal da janela 6 foi reduzido de $1/2$ para $3/8'$ e o bocal da janela 1 foi reduzido de 2 para $1'$;

j) 22:00 hs - a vazão do conjunto foi reduzida para evitar perdas excessivas de água no final dos sulcos. A alteração de carga hidráulica foi feita apenas no hidrante;

k) 06:15 hs - as janelas 2, 4, 7, 8 e 9 foram mudadas do sulco 1 para o sulco 2 e a vazão do conjunto teve um aumento

relativamente pequeno. Nesse momento, os sulcos de nº 2 das fileiras 2 e 7 ainda encontravam-se totalmente secos;

l) 07:00 hs - o bocal da janela 10 foi reduzido de $1/2$ para $3/8'$ e foi mudada do sulco 2 para o sulco 1;

m) 07:30 hs - os bocais das janelas 3 e 5 foram mudados de $1/2$ para $3/8'$;

n) 08:12 hs - os bocais das janelas 2, 7 e 9 foram ampliados de $1/2$ para $3/4'$, enquanto o bocal da janela 8 foi reduzido de $1/2$ para $3/8'$ e a janela 7 permaneceu com o mesmo diâmetro, mas foi mudada do sulco 2 para o sulco 1;

o) 09:30 hs - houve uma redução brusca de vazão na tubulação, de modo que as janelas 1 e 2 deixaram de funcionar durante 15 minutos;

p) 09:40 - a janela 2 foi fechada por meio de um bujão;

q) 09:52 hs - as janelas 4, 5 e 6 também foram fechadas por meio de bujão;

r) 10:10 hs - houve um aumento brusco de vazão no hidrante terciário. Como o irrigante encontrava-se no extremo final dos sulcos, a água começou a transbordar pelo mangote localizado no outro extremo do conjunto;

s) 10:17 hs - a irrigação foi concluída, através do corte do fornecimento de água no hidrante;

t) Além de todas essas alterações, o irrigante também fez uma série de ajustes na carga hidráulica no hidrante terciário, através de observações visuais;

u) constatou-se também que o mangote que faz a ligação do tubo janelado com o mangote rígido (que é ligado ao hidrante), tende a

reduzir a sua secção transversal porque fica enrugado, o que também concorre para reduzir a vazão do conjunto.

Por outro lado, pode-se verificar também que a regulagem de vazão de cada janela era feita de acordo com o comportamento do manejo de água em cada sulco, através da mudança dos bocais com diâmetros distintos, ou através do controle da carga hidráulica da janela em relação ao tubo principal (tubo de distribuição). Esse controle é feito por meio de uma corrente, que fixa a extremidade livre da janela ao tubo principal. O conjunto da área OCV 01 não possuía os pinos para fixação das argolas das correntes mencionadas anteriormente. Esses pinos foram substituídos por arames de aço amarrados ao tubo, mas como giravam facilmente, não mantinham a carga hidráulica desejada. Por outro lado, a regulagem de vazão do conjunto como um todo, era feita tanto no hidrante terciário onde o conjunto estava acoplado como no hidrante secundário que alimenta a tubulação terciária. Vale salientar que todos esses procedimentos de regulagem de vazão discutidos anteriormente, são feitos com base em observações visuais de cada um dos irrigantes.

Constatou-se ainda transbordamentos constantes ao longo dos sulcos, em decorrência da sua pequena profundidade e da existência de obstáculos no seu leito, apesar do irrigante está constantemente reabrindo os mesmos com o uso de enxadas. As perdas de água por escoamento superficial no final do sulco para o dreno parcelar, foram praticamente desprezíveis, uma vez que o final do sulco apresentava-se parcialmente fechado. Porém, era bastante frequente a presença de alagamentos no trecho final do

sulco, entre uma fileira e outra, dependendo da microtopografia do terreno.

Essa série de alterações mencionadas anteriormente, conferem ao sistema de irrigação por tubos janelados, uma operacionalização artesanal, porém bastante complexa e imprecisa, uma vez que depende totalmente da habilidade e da capacidade de percepção de cada um dos irrigantes.

As Tabelas 29 e 30 apresentam as equações de infiltração acumuladas obtidas para as áreas OCV 01 e OCV 02.

Tabela 29. Resumo das equações de infiltração acumulada e de velocidade de infiltração nas subunidades das áreas OCV 01.

Equação de infiltração acumulada	Coef. de correlação (%)
----------------------------------	-------------------------

Área OCV 1 - trecho inicial do sulco

$$I = 3,33 T^{0,49}$$

$$r^2 = 1,00$$

Área OCV 1 - trecho intermediário do sulco

$$I = 3,83 T^{0,48}$$

$$r^2 = 1,00$$

Área OCV - trecho intermediário do sulco

$$I = 1,64 T^{0,56}$$

$$r^2 = 0,95$$

Tabela 30. Resumo das equações de infiltração acumulada e de velocidade de infiltração nas subunidades das áreas OCV 02.

Equação de infiltração acumulada	Coef. de correlação (%)
----------------------------------	-------------------------

$$I = 9,44 T^{0,41}$$

$$r^2 = 0,87$$

Pode-se observar através das tabelas 29 e 30, que as equações de infiltração acumulada variaram bastante, quando se relaciona as áreas OCV 01 e OCV 02. Isto é decorrente da menor vazão aplicada (11,19 m³/h), por ocasião do teste de infiltração (Tabelas 25 e 26) e maior largura da faixa molhada por sulco na área OCV 01. Apesar de tratar-se do mesmo solo, constatou-se que na área OCV 02, uma forte compactação da camada superficial do solo, o que limitou a expansão da largura da faixa molhada por sulco.

A compactação do solo, dependendo da sua intensidade, pode causar aeração deficiente e impedimento mecânico à penetração e ao desenvolvimento do sistema radicular (Pruski et al, 1993), altera a distribuição de póros do solo por tamanho, modificando suas características de transmissão de água e aumenta sua resistência mecânica ao desenvolvimento das raízes (Balastreire, 1987).

Fernandes e Galloway (1987), estudando o efeito da

compactação do solo pelo tráfego de tratores, constataram uma redução na porosidade total, na condutividade hidráulica e nos diâmetros dos poros maiores, e um aumento na densidade aparente e na quantidade de água capilar do solo de 0 a 10 e de 10 a 20 cm de profundidade.

A Tabela 31 mostra o resumo dos parâmetros de irrigação, obtidos com base nas equações de infiltração acumuladas, nos tempos de irrigação e nas lâminas médias aplicadas para cada, determinaram-se as eficiências de aplicação e de distribuição, bem como as perdas de água por percolação profunda e por escoamento superficial no final do sulco, para as áreas OCV 01 e OCV 02.

Tabela 31. Resumo dos parâmetros de irrigação obtidos em cada teste

Área	Lâmina infiltrada		Lâmina	Eficiência		Perdas por	
	-----		média	aplic. dist.		perc. escoa	
	início	final	aplic.				
	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)
OCV1	90,68	40,84	66,63	61,29	62,10	37,40	1,31
OCV2	135,21	105,27	122,73	85,77	87,55	12,20	2,03
OCV2*	135,21	50,77	122,73	41,37	54,60	44,41	14,22

Lâmina média aplicada pelo sistema de irrigação/OCV 01 = 69,97 mm

Lâmina média aplicada pelo sistema de irrigação/OCV 02 = 154,90 mm

* Esses cálculos foram feitos considerando que 90,77% das raízes

estão concentradas na camada de 0 a 50 cm.

Pode-se verificar através da Tabela 31, que as eficiências de aplicação para as áreas OCV 01 e OCV 02 foram da ordem de 61,29 e 85,77 %, respectivamente. Enquanto que as perdas por percolação profunda para a área OCV 01 foi de 37,40 % e 12,20 % para a área OCV 02. As perdas por escoamento superficial no final do sulco foram desprezíveis.

As eficiências de aplicação obtidas ($E_a = 61,29\%$ para a área OCV 01 e $E_a = 85,77\%$ para a área OCV 02), apresentam-se bastante elevadas, quando comparada com as eficiências de 39,00, 34,00 e de 26,00 % obtidas por Leal (1979) para solos da classe latossolo e de 53,52; 33,10 e de 25,68 % por Cavallo e Soares (1986) para solos da classe Latossolo do Projeto de Irrigação Bebedouro.

No entanto quando se considera a profundidade efetiva da raiz da videira na área OCV 02 (Tabelas 38 e 39 e as Figuras 9 a 10), com a capacidade de retenção de água pelo solo nessa profundidade, pode-se verificar que a eficiência de aplicação cae de 82,77 para 41,37%. Diante disso, as perdas de água por percolação profunda crescem de modo significativo, alcançando valores da ordem de 44,41%. Assim a irrigação apresenta-se como a fonte principal de recarga do lençol freático, cuja profundidade média é de ____m.

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 (março a junho/93) foram tomadas amostras quinzenais 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

De um modo geral, os níveis de umidade no solo antes da irrigação foram da ordem de 7,00, 9,65 e 13,41%, correspondentes as camadas de 0 a 30, 30 a 60 e 60 a 90 cm, respectivamente. De acordo com a curva de retenção de umidade, esses valores de umidade, uma semana após a irrigação, correspondem a tensões que variam entre 0,8 e 1,0 atm. Esses níveis de umidade são praticamente semelhantes, aos níveis de umidade no solo, quando se utiliza o sistema de irrigação localizada. Isto é decorrente da presença marcante do lençol freático nas áreas OCV 01 e OCV 02, cuja altura variou entre 0,60 e 1,50 m.

2.4. Mapeamento do sistema radicular

2.4.1. Metodologia

Compreendeu a abertura de trincheiras no solo em duas plantas consecutivas 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 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 0,42m x 0,44m x 0,50m; 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 (grupo 1 - raízes com diâmetro menor que 3 mm e grupo 2 - raízes com diâmetro maior que 3 mm); f) Foram tomados os pesos fresco e seco de cada grupo de raízes; g) Com base nos dados obtidos fez-se a distribuição do sistema radicular da videira. Também foram contadas o número de 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, aeração e classificação textural do solo.

2.4.2. Resultados

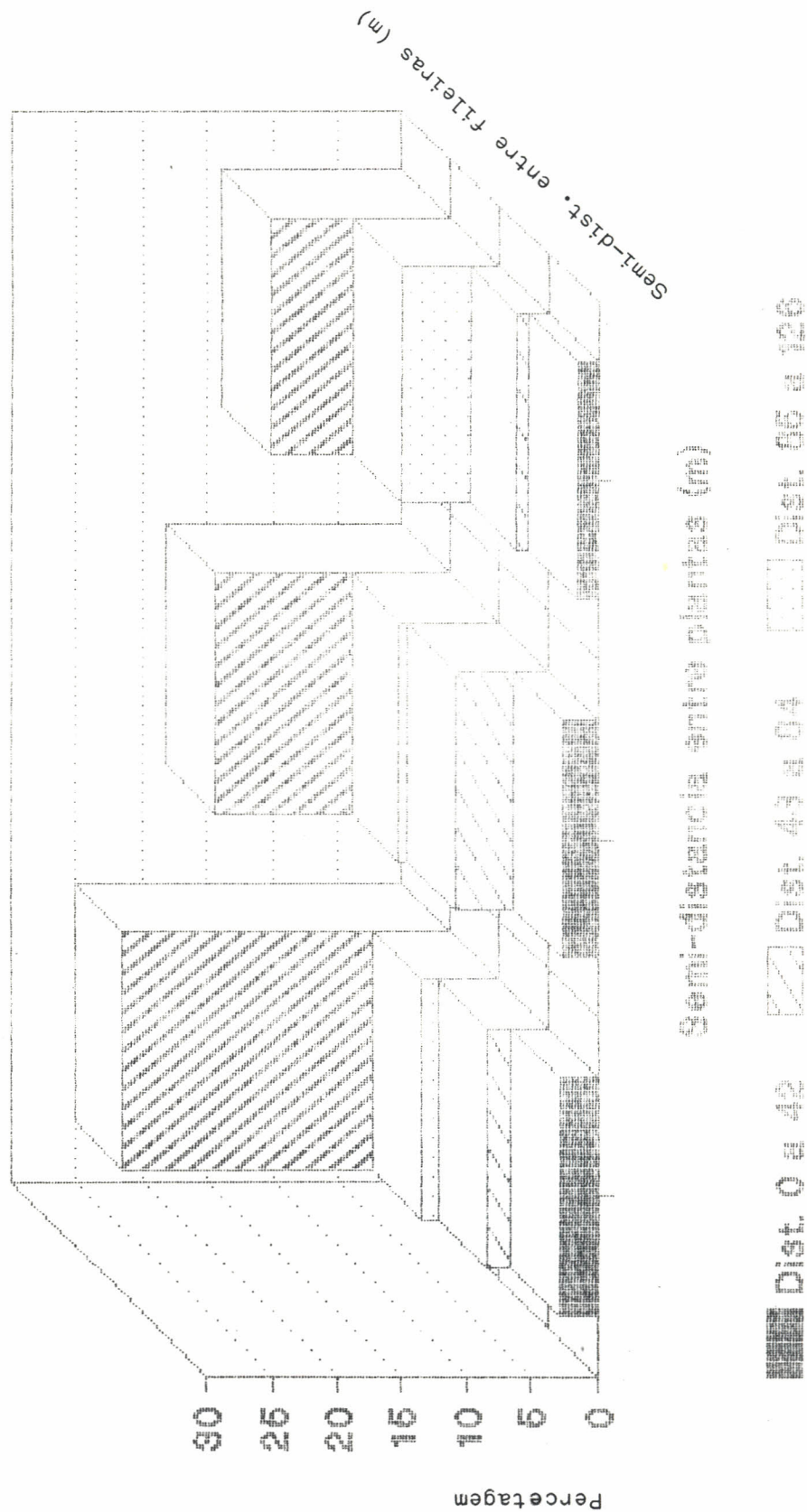
Com base nos dados coletados em campo e nas determinações feitas em laboratório, elaboraram-se as Figuras de 9 a 12 que mostram a distribuição do sistema radicular da videira, variedade itália, com seis anos de idade, cultivadas em solos com textura franco-areno-argilosa, sob irrigação por sulco.

Distribuição Horizontal do Sistema Radicular

As Figuras 9 e 10 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), existentes em faixas distintas da área ocupada pela planta, nas camadas de solo de 0 a 50 cm e de 51 a 100 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 9, que quando se analisa a distribuição horizontal de raízes na camada de 0 a 50 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 57,27% está contida no espaço compreendido entre 0 e 44 cm e que 78,64% está contida no espaço entre 0 e 88 cm (Tabela 32).

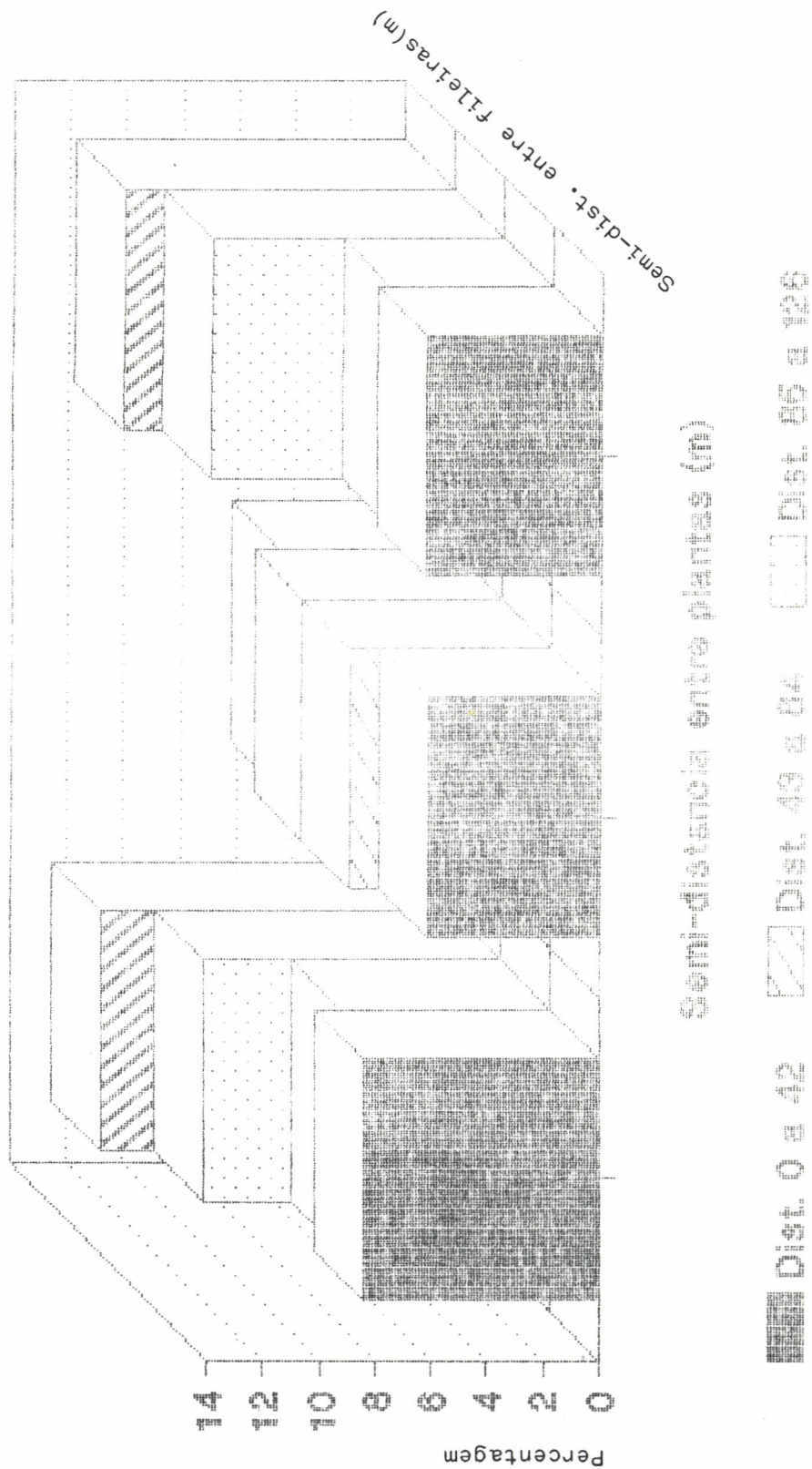
Distrib. Horiz. raízes da videira ligação por sulcos



Camada 0 a 60 cm

Fig. 9.

Distrib. Horiz. raízes da videira irrigação por sulcos



Camada 51 a 100 cm

Fig. 10.

Tabela 32. Distribuição horizontal de raízes da videira na
camada de 0 a 50 cm, sob irrigação por sulcos (%).

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 44	25,14	18,17	13,96	57,27	57,27
45 a 88	6,07	7,74	7,57	21,37	78,64
89 a 132	4,66	7,23	2,34	14,23	92,87
133 a 175	2,82	2,68	1,62	7,13	100,00
Total			100,00	100,00	
Perc. acumulada de raízes entre fileiras	38,69	35,82	25,49	100,00	

Como a lagura da faixa molhada por sulco é da ordem de 110 cm, pode-se constatar que não é necessário umedecer a área central da fileira de plantas. Porém, quando se analisa a distribuição das concentrações de raízes entre duas plantas consecutivas, pode-se constatar que as concentrações apresentam um pequeno decréscimo a medida que se afasta da planta (Fig. 9), variando de 38,69 a 25,49% (Tabela 32).

Analisando-se a Figura 10 e a Tabela 33, que mostram a distribuição horizontal das raízes na camada de 51 a 100 cm, pode-se constatar que a sua distribuição é praticamente uniforme, em todo volume de solo explorado pela planta, cujos valores médios variam de 5,77 a 12,55%. Porém, 79,29% das raízes existentes na camada de 51 a 100 cm estão concentradas na faixa de solo de 0 a 132 cm em relação ao centro da fileira de plantas

(Tabela 33).

Tabela 33. Distribuição horizontal de raízes da videira na camada de 51 a 100 cm, sob irrigação por sulcos (%).

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 44	12,55	6,23	11,83	30,61	30,61
45 a 88	10,65	7,15	10,40	28,20	58,81
89 a 132	7,49	7,22	5,77	20,48	79,29
132 a 175	8,40	6,12	6,19	20,71	100,00
Total			100,00	100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	39,09	26,72	34,19	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 50 e de 51 a 100 cm, pode-se verificar que praticamente não existe diferenças entre si (Tabelas 34 a 37).

Tabela 34. Distribuição horizontal de raízes de videira com diâmetro inferior a 3mm na camada de 0 a 50 cm, sob irrigação por sulcos (%).

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 44	21,76	21,35	16,39	59,50	59,50
43 a 88	7,87	7,50	6,42	21,79	81,29
89 a 132	4,03	3,24	2,58	9,86	91,15
133 a 175	3,67	2,77	2,42	8,85	100,00
Total			100,00	100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	37,33	34,87	27,80	100,00	

Tabela 35. Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro superior a 3 mm na camada de 0 a 50 cm, sob irrigação por sulcos (%).

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 44	29,00	17,39	13,38	59,78	59,78
45 a 88	5,35	8,42	8,82	22,59	82,37
89 a 132	5,37	3,44	2,34	11,15	93,52
133 a 175	2,44	2,80	1,25	6,48	100,00
Total			100,00	100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	42,17	32,05	25,78	100,00	

Tabela 36. Distribuição horizontal de raízes de videira com diâmetro inferior a 3 mm na camada de 51 a 100 cm, sob irrigação por sulcos (%).

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 44	6,69	8,69	16,51	31,89	31,89
45 a 88	9,61	6,10	11,95	27,66	59,55
89 a 132	5,17	7,78	6,66	19,61	79,16
133 a 175	5,99	7,12	7,73	20,84	100,00
Total			100,00	100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	27,46	29,69	42,85	100,00	

Tabela 37. Distribuição horizontal de raízes da videira com diâmetro superior a 3 mm na camada de 51 a 100 cm, sob irrigação por sulcos (%).

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 44	3,63	0,00	0,00	3,63	3,63
45 a 88	17,59	12,99	8,63	39,21	42,84
89 a 132	17,71	7,70	4,66	30,07	72,91
133 a 175	19,22	4,74	3,13	27,09	100,00
Total			100,00	100,00	
Perc. acumulada de raízes entre plantas	58,15	25,43	16,42	100,00	

Com base nesses resultados, pode-se concluir que a eficiência de absorção de nutrientes era muito baixa, uma vez que os fertilizantes eram localizados superficialmente no topo do camalhão situado entre duas plantas consecutivas, conforme pôde-se observar, por ocasião abertura das trincheiras. Atualmente, as adubações estão sendo localizadas corretamente, ao longo do leito do sulco.

A compactação do solo condicionada pelo movimento dos tratores pode ser considerado como um dos fatores que impediram a penetração e ao desenvolvimento do sistema radicular na camada 0 a 50 cm, quando se considera o espaçamento entre fileiras (Pruski et al, 1993).

Distribuição Vertical do Sistema Radicular

As Figuras 11 e 12 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 50 cm e de 51 a 100 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 11 e a Tabela 38, verifica-se que 90,77% das raízes estão concentradas na camada de solo de 0 a 50 cm e que praticamente, não há diferença entre as concentrações acumuladas de raízes, quando se considera o espaçamento entre plantas. Quando se analisa a distribuição vertical média das raízes entre fileiras, pode-se observar que 77,41% delas também estão concentradas na camada de 0 a 50 cm (Fig. 12 e Tabela 39).

Tabela 38. Distribuição vertical de raízes da videira entre plantas sob irrigação por sulcos (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem média
	0 a 42	43 a 84	85 a 126	
0 a 50	92,31	92,22	87,78	90,77
51 a 100	7,69	7,78	12,22	9,23
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Distrib. vertical raízes da videira

Irrigação por sulcos

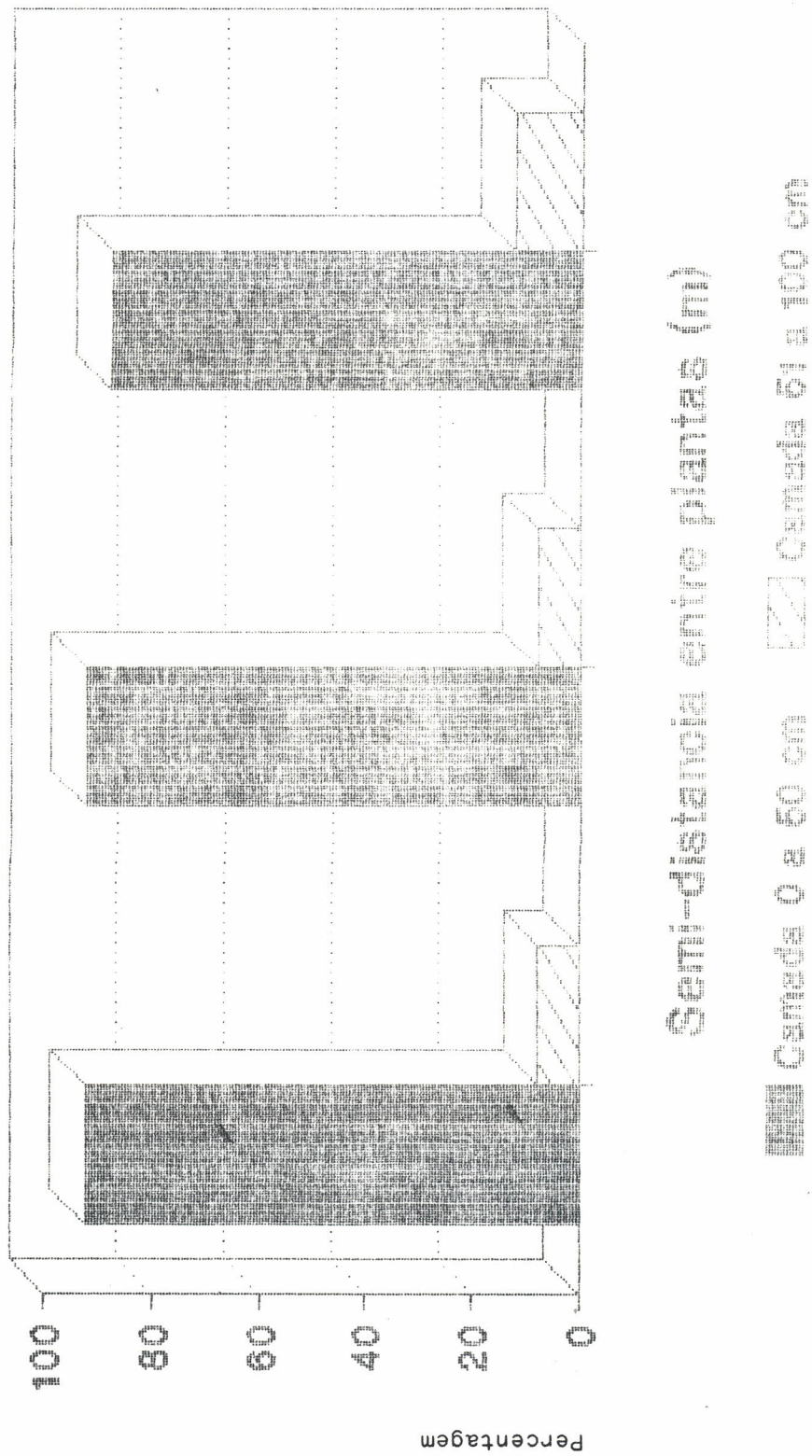


Fig. 11.

Distrib. vertical raízes da videira irrigação por sulcos

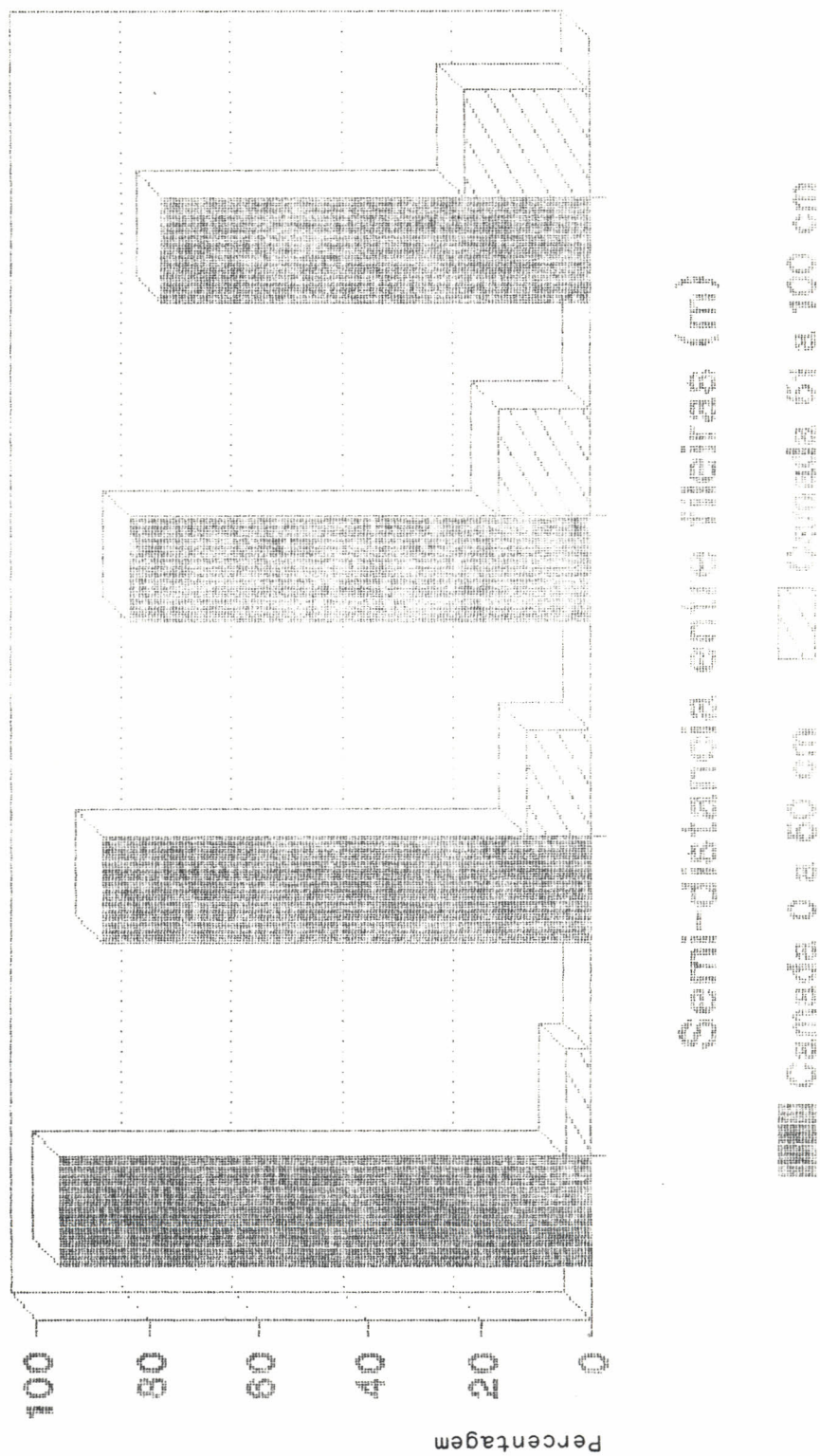


Fig. 12.

Tabela 39. Distribuição vertical de raízes de videira entre fileiras de plantas sob irrigação por sulcos (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre fileiras (cm)				Percentagem média
	0 a 49	50 a 96	97 a 143	144 a 190	
0 a 50	95,78	88,32	83,26	77,41	86,19
51 a 100	4,22	11,68	16,74	22,59	13,81
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	

Quando se analisa as Tabelas 40 a 43, constata-se que praticamente não há diferença significativas, quando se considera a distribuição das raízes com diâmetros inferior e superior a 3 mm. Nesse levantamento, pôde-se constatar também a ocorrência de muitas raízes mortas na camada de 51 a 100 cm.

Tabela 40. Distribuição vertical de raízes de videira com diâmetro inferior a 3 mm entre plantas, sob irrigação por sulcos (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem média
	0 a 42	43 a 84	85 a 126	
0 a 50	87,57	85,88	77,07	83,51
51 a 100	12,43	14,12	22,93	16,49
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 41. Distribuição vertical de raízes de videira com diâmetro superior a 3 mm entre plantas, sob irrigação por sulcos (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre plantas (cm)			Percentagem média
	0 a 42	43 a 84	85 a 126	
0 a 50	95,21	97,19	96,99	96,46
51 a 100	4,79	2,81	3,01	3,54
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 42. Distribuição vertical de raízes de videira com diâmetro inferior a 3 mm entre fileiras, sob irrigação por sulcos (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre fileiras (cm)				Percentagem média
	0 a 49	50 a 96	97 a 143	144 a 190	
0 a 50	90,62	80,32	72,24	68,86	78,01
51 a 100	9,38	19,68	27,76	31,14	21,99
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	

Tabela 43. Distribuição vertical de raízes de videira com diâmetro superior a 3 mm entre fileiras, sob irrigação por sulcos (%).

Profundidade do solo (cm)	Distância entre fileiras (cm)				Porcentagem média
	0 a 49	50 a 96	97 a 143	144 a 190	
0 a 50	99,34	94,04	91,04	86,77	92,80
51 a 100	0,66	5,96	8,96	13,23	7,20
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	

Relacionando-se a profundidade média da camada impermeável do solo, com a distribuição vertical das raízes da videira, pode-se constatar que não há interteferência entre esses parâmetros, uma vez que a profundidade média da camada impermeável é de 1,93 m, conforme item 5.2.3. Relacionando-se também, os resultados da análise química da água de drenagem, com a distribuição vertical do sistema radicular da videira, não se constatar interferências entre esses parâmetros, pois 94% dos valores de condutividade elétrica ao longo do perfil do solo, são inferiores a 2 mmhos/cm (solo normal), conforme item 5.2.6.

Porém, quando se relaciona a distribuição vertical do sistema radicular da videira com a altura do lençol freático, pode-se concluir que as interferências entre esses parâmetros são marcantes, uma vez que a profundidade média do lençol, no período de março a novembro/93, foi de 1,22m. Porém, na área em estudo (OCV 02) como em outras, o lençol freático eleva-se até a superfície devido ao efeito das irrigações, caindo num intervalo

de 5 dias, em até 0,80 m, conforme item 5.2.4. Isto explica a baixa concentração de raízes e a ocorrência de raízes mortas na camada de 51 a 100 cm. Por ocasião do estudo do sistema radicular, pôde-se constatar a presença de muitas raízes mortas, devido provavelmente, aos baixos níveis de aeração do solo.

Segundo Richards (1983), as raízes dependem inteiramente das folhas da planta para o seu suprimento de carboidratos e as folhas dependem inteiramente das raízes para o seu suprimento de água e de nutrientes minerais. Menciona ainda, que a interrelação entre as raízes, as folhas e as condições ambientais da raiz e das folhas, pode interferir de forma marcante na produtividade e na qualidade dos frutos da videira.

Dentre os fatores que podem afetar de maneira significativa, às condições ambientais da raiz, destacam-se o manejo de água e solo. A distribuição das raízes em áreas irrigadas, depende da natureza do solo (granulometria, profundidade, compactação, etc.); do método de irrigação (volume de solo molhado por planta, desempenho dos sistemas de irrigação, etc.); do manejo de água (frequência de irrigação, lâmina de água aplicada por irrigação, nível de água no solo, etc.) e do lençol freático (Richards, 1983).

Kasimatis (1967) e Winkler et al (1974), observaram que a raiz da videira crescerá a vários metros de profundidade se nenhuma camada restritiva estiver presente no solo. A camada do subsolo que restringe o desenvolvimento da raiz e o movimento de água pode variar constantemente em profundidade de uma área para outra. Uma irrigação dimensionada para um solo profundo,

usualmente pode tornar-se excessiva para um solo raso, acarretando a asfixia das raízes, provocada pelo lençol freático. Winkler et al (1974) afirmam também, que em condições de solo saturado, por um período de tempo suficientemente longo, pode restringir o nível de oxigênio no solo para o suprimento das raízes.

EXPERIMENTO 3: Monitoramento do Manejo de Água na Cultura da Mangueira ao Nível de Campo sob Irrigação por Sulcos, utilizando Tubos Janelados Fixos.

3.1. Descrição do Sistema de Irrigação

pc-ok
José Monteiro Soares
• Tarcízio Nascimento
• Gilberto Gomes Cordeiro.

O sistema de irrigação por sulcos, utilizando tubos janelados fixo. A tubulação lateral é enterrada, onde estão instaladas as janelas, de modo que para cada fileira de plantas existe uma janela. A alimentação desta tubulação é feita através de hidrantes tipo "chaminé" instaladas em pontos equidistantes ao longo de tubulações terciárias de concreto, que são enterradas na extremidade do sulco que apresenta maior cota. O formato das janelas assemelham-se a letra T, sendo constituída das seguintes peças: tubo de PVC rígido com aproximadamente 40 cm de comprimento e 1' diâmetro, Tê de PVC com 1' de diâmetro e um tubo de PVC com 20 cm de comprimento, 3/4' de diâmetro fechado em ambas às extremidades.