

## Consumo de água e distribuição radicular de fruteiras no Semi-Árido

---

### **I SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL**

Centro de Convenções Sen. Nilo Coelho  
Petrolina-PE, 04 dezembro de 2002

**Luís Henrique Bassoi**  
Embrapa Semi-Árido/Petrolina-PE  
Engenheiro Agrônomo, D.Sc.  
e-mail: [lhbassoi@cpatsa.embrapa.br](mailto:lhbassoi@cpatsa.embrapa.br)

## 1 – Introdução

Na região semi-árida do Nordeste do Brasil, especificamente no polo Petrolina-Juazeiro (Vale do São Francisco), a bananeira, goiabeira, mangueira e videira são espécies frutíferas com extensas áreas cultivadas sob irrigação. Nesse texto são apresentados alguns resultados de pesquisas obtidos pela Embrapa Semi-Árido referentes ao consumo de água e distribuição radicular dessas fruteiras, que podem ser levados em consideração pelo produtor agrícola na adoção de um manejo de irrigação. Pode-se entender esse manejo como o uso de coeficiente de culturas (Kc) para a determinação do evapotranspiração da cultura (ETc), sendo necessário o conhecimento da evapotranspiração de referência (ETo); o uso de tensiômetros para a determinação da quantidade de água disponível na profundidade efetiva das raízes (profundidade em que se encontram 80 % do total de raízes); e a aplicação de determinadas quantidades de água em função do estágio fenológico da cultura. Essa práticas apresentam um nível decrescente de conhecimento técnico necessário para a realização do manejo de irrigação, e o uso combinado delas também pode ser realizado.

## 2 – Consumo de água e distribuição radicular

### 2.1 – Bananeira

A bananeira adulta apresenta elevadas e constantes necessidades de água, e a resistência dessa cultura à seca não é grande. Na bananeira, o fechamento dos estômatos (estruturas presentes nas folhas responsáveis pela passagem da água do interior da planta para a atmosfera) ocorre muito antes do esgotamento da água disponível na profundidade do solo em que o sistema radicular se encontra. A taxa de evapotranspiração é fortemente condicionada pela quantidade de

<sup>1</sup> Palestra apresentada no I Seminário Coda de Nutrição Vegetal, em Petrolina – PE, 2002.

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Semi-Árido Caixa Postal 23 56300-970 Petrolina-PE lhbassoi@cpatsa.embrapa.br

água disponível na zona radicular. As consequências da falta de água são reduções da fotossíntese, do crescimento vegetativo, da emissão de folhas e do crescimento de órgãos florais. O secamento das folhas mais velhas pode ocorrer mesmo em déficits temporários de água.

O consumo de água da bananeira cv. Pacovan em Petrolina - PE, cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo, textura média (82% areia, 6% de silte e 12% de argila), com espaçamento de 3 x 3 m está apresentado na Tabela 1. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com um emissor por planta e 100% de molhamento da superfície. A produção de cachos na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> colheitas foi de 10834,4 kg/ha, 14705,7 kg/ha e 15457,4 kg/ha, respectivamente. Considerando-se os três ciclos, a eficiência do uso da água (EUA), definido pela relação entre a produção por área e o consumo de água, foi de 11,7 kg/ha.mm. O valor máximo encontrado para o consumo diário foi 7,3 mm (65,7 L/planta), em novembro de 1999. Como o molhamento da superfície do solo pelo microaspersor é de 100%, a conversão dos valores de consumo de água em milímetros para litros por planta é feita multiplicando-se o valor em mm pela área ocupada por uma planta (9 m<sup>2</sup>).

Tabela 1. Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e consumo médio diário da bananeira em Petrolina – PE, para os períodos considerados.

Períodos	Duração (dias)	ET <sub>o</sub> <sup>1</sup> (mm)	ET <sub>c</sub> <sup>2</sup> (mm)	Consumo Médio Diário (mm ou L/planta)
Plantio ao final da 1 <sup>a</sup> colheita	434	2227	1698	3,9 ou 35,1
Final da 1 <sup>a</sup> colheita ao final da 2 <sup>a</sup> colheita	213	1113	861	4,0 ou 36,0
Final da 2 <sup>a</sup> colheita ao final da 3 <sup>a</sup> colheita	317	1535	948	3,0 ou 27,0

1 – estimada pelo tanque classe A ; 2 – estimada pelo balanço hídrico no solo

Na Tabela 2 estão representadas as ocorrências das fases fenológicas e os valores do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) desde o plantio em janeiro de 1999 até o término da terceira colheita em setembro de 2001. Em julho de 1999 e em setembro de 2000, os perfilhos foram desbastados para a seleção daqueles que originaram as plantas do 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> ciclos, respectivamente. Assim, houve o desenvolvimento conjunto de plantas do 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> ciclos, e do 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> ciclos. O valor de K<sub>c</sub> apresentou um valor inicial de 0,7, do plantio até o final do florescimento (agosto de 1999), quando apresentou um acréscimo até 1,1 durante a colheita do 1<sup>o</sup> ciclo e parte do período de florescimento do 2<sup>o</sup> ciclo (setembro de 1999 a abril de 2000). Isso ocorreu devido ao crescimento das plantas e dos perfilhos até esse período. Os valores decresceram até 0,9 entre maio e novembro de 2000, quando ocorreu a continuidade do florescimento e toda a colheita do 2<sup>o</sup> ciclo,

e parte do florescimento do 3º ciclo. Durante a colheita do 3º ciclo, os perfilhos foram desbastados, sem a seleção dos mesmos para a obtenção de um outro ciclo. Como o consumo de água ocorreu somente para as plantas sem perfilhos, o valor de Kc apresentou nova redução até 0,7.

Tabela 2. Coeficiente de cultura (Kc) para a bananeira cv. Pacovan em Petrolina – PE em diferentes fases fenológicas.

Fases Fenológicas	Meses												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	1999												
Fase vegetativa 1º ciclo													
Florescimento 1º ciclo													
Kc	0,7								1,1				
	2000												
Colheita 1º ciclo													
Florescimento 2º ciclo													
Colheita 2º ciclo													
Florescimento 3º ciclo													
Kc	1,1		1,1		1,1		1,1		0,9		0,9		0,7
	2001												
Florescimento 3º ciclo													
Colheita 3º ciclo													
Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7			

O sistema radicular da bananeira origina-se na porção central do rizoma, distribuindo-se em toda a sua parte subterrânea. A bananeira gera raízes continuamente até a diferenciação floral, simultaneamente com o processo de formação de folhas. Inicialmente, as raízes são codiformes, brancas e tenras, mas amarelecem e endurecem ligeiramente com o tempo. As raízes primárias emitem uma abundante cabeleira de raízes secundárias, que têm um fraco poder de penetração e seu desenvolvimento pode ser limitado pela presença de camada de solo endurecida, pelo aumento do teor de argila em profundidade, e pela presença de lençol freático. Quando as bananas amadurecem e são colhidas, as raízes da planta morrem.

Na mesma área onde se determinou o consumo de água, observou-se que a quantidade total de raízes aumentou até os 30 meses. No entanto, esse crescimento foi maior até os 9 meses após o plantio, quando as plantas do primeiro ciclo encontravam-se no período de florescimento.

Deve-se ressaltar que a seleção do perfilho para o segundo ciclo (planta “filho”) ocorreu aos 6 meses após o plantio (julho de 1999), o que provavelmente contribuiu para esse aumento. Aos 12 meses, iniciou-se a colheita do primeiro ciclo e, conseqüentemente, o desenvolvimento radicular da planta “mãe” já havia cessado, motivo pelo qual a quantidade total de raízes foi ligeiramente superior à de 9 meses. Aos 18 meses, a quantidade total de raízes apresentou pequeno decréscimo, pois as plantas do segundo ciclo encontravam-se em fase de colheita, e a seleção do perfilho para o terceiro ciclo (planta “neto”) ocorreu aos 19 meses (setembro de 2000). Aos 30 meses, houve um aumento na quantidade total de raízes. A linha cheia da Figura 1 representa a tendência de aumento da quantidade total de raízes da bananeira, onde se verifica o maior acréscimo até 9 meses após o plantio, sendo que o valor máximo (100%) correspondete à quantidade total de raízes aos 30 meses. Tal aumento ocorreu principalmente na camada de solo de 0 a 20 cm.

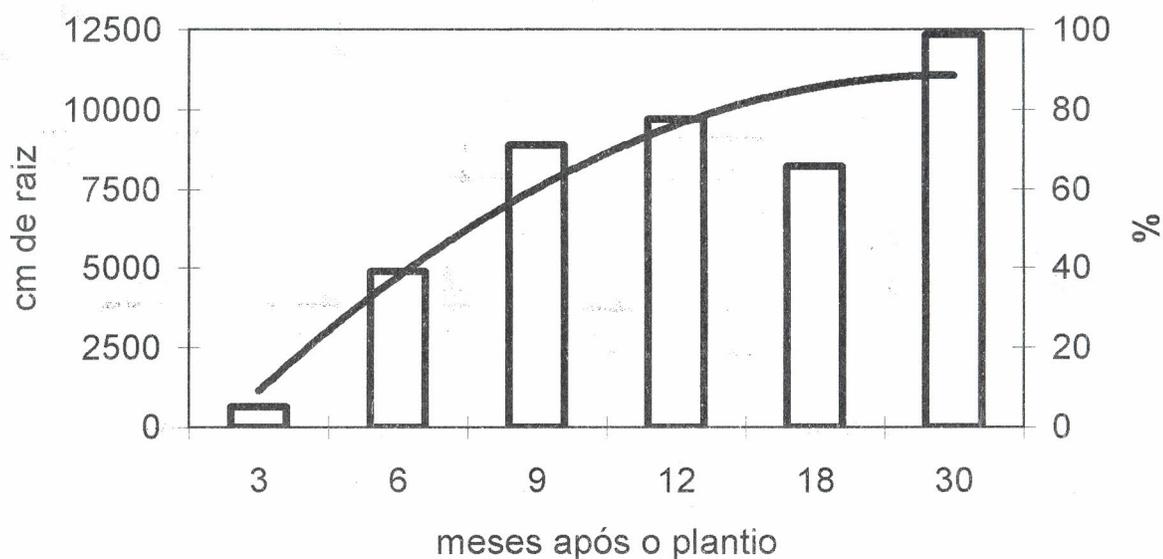


Fig.1 – Comprimento total e porcentagem de raízes de bananeira cv. Pacovan em função dos meses após o plantio.

Na Figura 2, verifica-se que aos 3, 6 e 9 meses após o plantio, a profundidade efetiva foi de 40 cm, com 90, 95 e 89% do sistema radicular, respectivamente. Aos 12 meses, a profundidade aumentou para 60 cm, com 88% das raízes, e se manteve nas avaliações realizadas aos 18 e 30

meses, com 78 e 87% do sistema radicular, respectivamente. A profundidade máxima das raízes até 6 meses foi de 60 cm, e a partir dos 9 meses após o plantio, o sistema radicular atingiu a profundidade de 1 m.

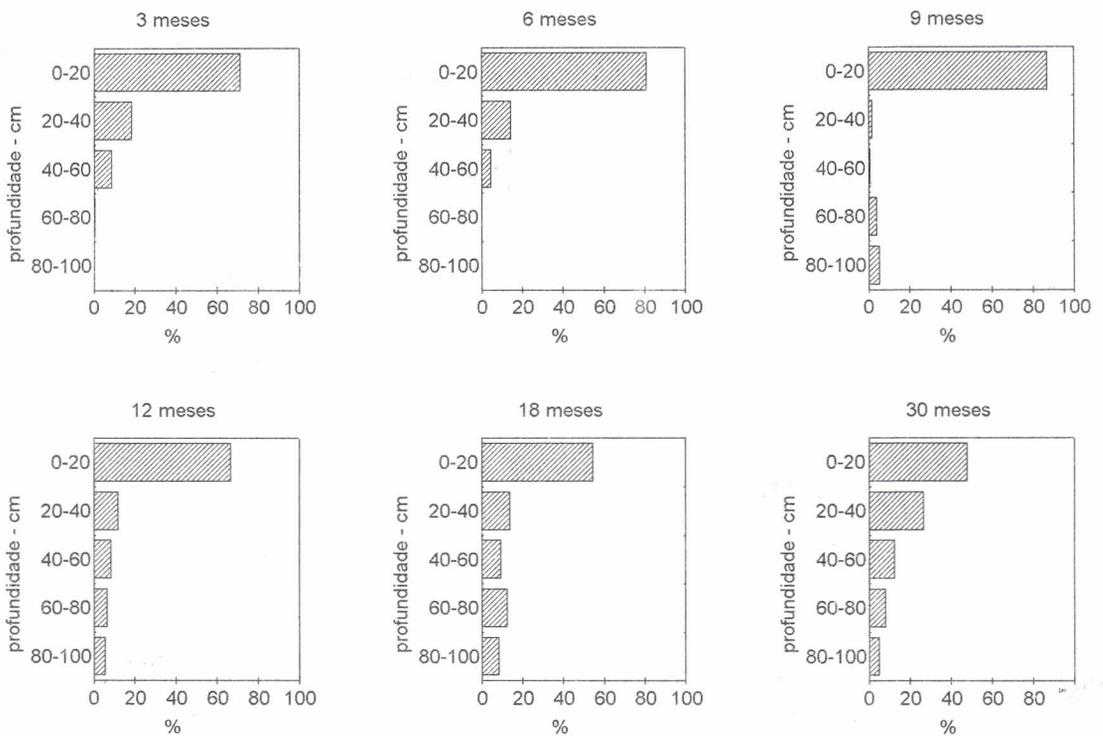


Fig. 2 – Distribuição percentual de raízes de bananeira cv. Pacovan em função da profundidade do solo e dos meses após o plantio.

Pela Figura 3, observou-se que aos 3 e 6 meses após o plantio, as raízes atingiram 80 cm e 100 cm de distância do caule, respectivamente, e a partir dos 9 meses, as raízes de plantas de fileiras vizinhas atingiram a distância de 140 cm, o que indica um entrelaçamento do sistema radicular das plantas vizinhas. Aos 9 meses após o plantio, esse entrelaçamento ocorreu na camada superficial de 40 cm, e aos 30 meses, aumentou até a profundidade de 60 cm.

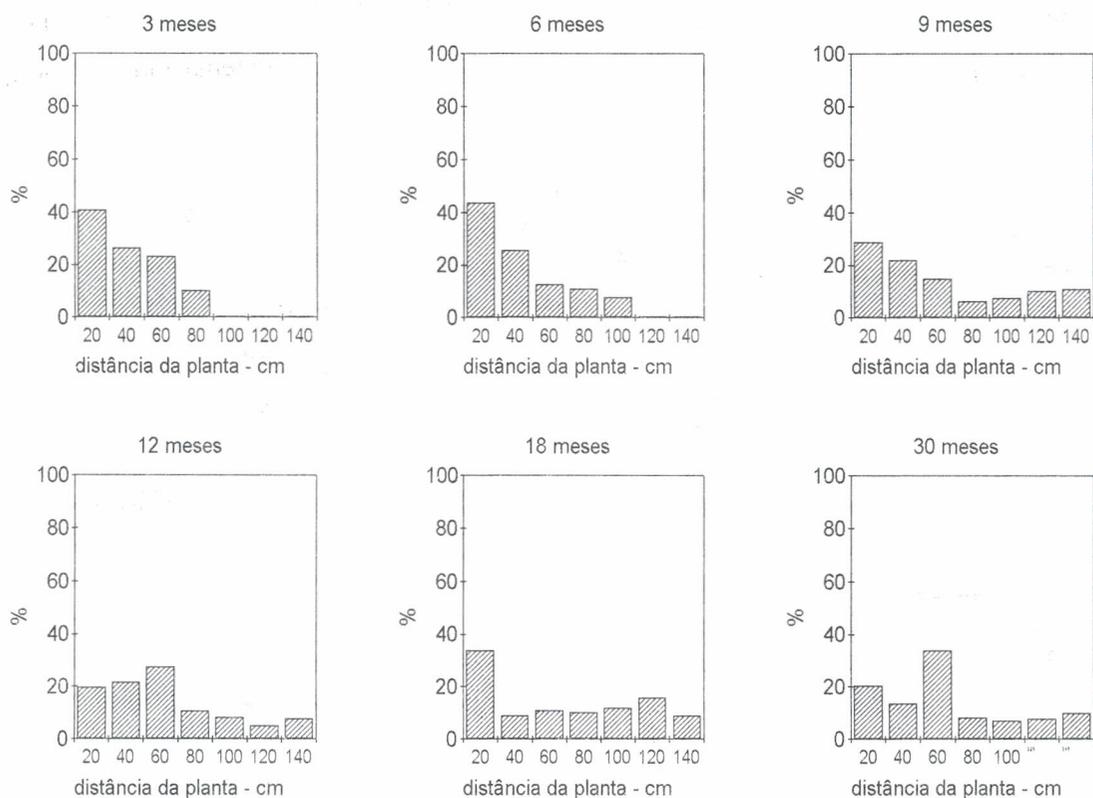


Fig. 3 - Distribuição percentual de raízes de bananeira cv. Pacovan em função da distância do caule e dos meses após o plantio.

## 2.2 – Goiabeira

A goiabeira é um arbusto ou uma árvore de pequeno porte, e durante o primeiro ano após o plantio, recebe uma poda de formação para orientar o crescimento dos ramos. Posteriormente, são realizadas podas de frutificação nos ramos maduros para estimular o florescimento e a produção de frutos. Em função dessas podas, ocorre a redução do diâmetro e da altura da copa da goiabeira e, conseqüentemente, da área foliar, para que haja um novo crescimento. Assim, o consumo de água da goiabeira apresenta alterações durante o seu ciclo de produção.

Em Petrolina-PE, durante três ciclos de produção (março de 1999 a dezembro de 2001), determinou-se a evapotranspiração da goiabeira cv. Paluma, cultivada com espaçamento de 6 x 5 m em um Latossolo Vermelho Amarelo, textura média (82% areia, 6% de silte e 12% de argila).

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com um emissor por planta e 42% de molhamento da superfície.

No 1º ciclo, as plantas apresentaram desuniformidade quanto à altura e comprimento de ramos. Durante o período de florescimento e crescimento de frutos foi realizado um desbaste de flores e de frutos menores, deixando-se apenas os frutos em estágio de crescimento mais avançado para evitar um maior prolongamento do ciclo. O primeiro florescimento, em geral, não resulta em produção de interesse comercial (pequeno número de frutos), e a eliminação das flores do 1º ciclo é recomendada para proporcionar a melhor formação da copa para os ciclos seguintes. Assim, a produção de goiaba na 1ª colheita foi de apenas 1689 kg/ha, enquanto que na 2ª e 3ª colheitas, a produção foi de 17548 e 24097 kg/ha, respectivamente.

A duração e o consumo de água nos períodos considerados durante os três ciclos de produção da goiabeira são apresentados na Tabela 3. Em pomares, as plantas podem ser tratadas de forma individualizada no que se refere ao consumo de água, pois elas estão isoladas, e quando irrigadas por um sistema de irrigação localizada (microaspersão e gotejamento), recebem a água em uma parte da área de solo que ocupam. Como o raio de molhamento do microaspersor foi de 2 m, a área molhada correspondeu a 42 % da área ocupada por uma planta, ou seja, 12,6 m<sup>2</sup>, que multiplicado pelo consumo em milímetros, estimou o volume de água (L) por planta. Do plantio até o término da 1ª colheita (417 dias), o consumo total de água foi de 1166,0 mm (consumo médio de 36,7 L/planta.dia). No 2º ciclo (194 dias) e 3º ciclo (200 dias), o consumo total foi de 766,4 mm (46,3 L/planta.dia) e 723,3 mm (45,6 L/planta.dia), respectivamente. A eficiência de uso de água (EUA), definida pela relação entre a produção por área e o consumo de água, foi de 22,9 kg/ha.mm (2º ciclo), e 33,3 kg/ha.mm (3º ciclo). O consumo diário máximo foi 6,5 mm (82,0 L/planta) no florescimento do 1º ciclo (março de 2000); 5,8 mm (73,2 L/planta) na colheita do 2º ciclo (fevereiro de 2001); e 4,9 mm (62,0 L/planta) durante o crescimento dos frutos do 3º ciclo (outubro de 2001).

Tabela 3. Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e consumo hídrico médio diário da goiabeira cv. Paluma em Petrolina – PE

Períodos	Dias	ET <sub>o</sub> - mm		ET <sub>c</sub> - mm	Consumo Médio Diário (mm ou L/planta*)
		CA	PM		
1º ciclo (março de 1999 a maio de 2000)					
F1a – 25/3 a 29/6	96	439,1	372,4	130,0	1,3 ou 16,8
F1b – 30/6 a 29/11	153	850,7	672,8	380,1	2,5 ou 31,4
F2 e F3 – 30/11 a 10/3	102	512,8	383,8	398,3	3,9 ou 49,2
F4 – 11/3 a 15/5	66	307,8	229,2	257,6	3,9 ou 49,2
Repouso – 16/5 a 30/8	107	530,3	372,8	291,7	2,7 ou 34,4
2º ciclo (agosto de 2000 a março de 2001)					
F1c – 31/8 a 23/10	54	344,1	251,0	169,7	3,1 ou 39,6
F2 e F3 – 24/10 a 30/01	99	541,2	443,3	406,0	4,1 ou 51,2
F4 – 31/01 a 12/03	41	201,0	212,1	190,8	4,8 ou 60,2
Repouso – 13/03 a 7/6	87	397,5	303,1	179,3	2,1 ou 26,0
3º ciclo (junho a dezembro de 2001)					
F1c – 8/6 a 9/8	63	253,7	224,6	173,8	2,7 ou 34,8
F2 e F3 – 10/8 a 26/11	109	599,5	576,3	450,8	4,1 ou 52,2
F4 – 27/11 a 24/12	28	152,3	164,2	98,7	3,5 ou 44,5

F1a: plantio à poda de formação; F1b: poda de formação ao início do florescimento; F1c: poda de frutificação ao início do florescimento; F2: florescimento e queda fisiológica; F3: crescimento dos frutos; F4: maturação e colheita; CA: tanque classe A; PM: Penman Monteith

Pela Figura 4, observa-se que os valores de K<sub>c</sub> até o florescimento do 1º ciclo foram menores, devido ao pequeno porte da copa (altura, comprimento de ramos, número de folhas); porém, um aumento do coeficiente ocorreu após a poda de formação em 29 de junho de 1999, durante o crescimento de frutos, maturação e 1ª colheita, quando houve o aumento da copa. Em seguida, houve uma fase de repouso com interrupção da irrigação entre junho e agosto de 1999, que ocasionou a redução do coeficiente. Apesar de não haver aplicação de água e, portanto, não ser necessário o uso de K<sub>c</sub>, a sua determinação mostra o quanto a ET<sub>c</sub> correspondeu à ET<sub>o</sub> nesse período. No 2º ciclo, iniciado com a poda de frutificação em 30 de agosto de 2000, o valor de K<sub>c</sub> continuou baixo devido à eliminação de parte dos ramos (redução de diâmetro da copa e área foliar), mas a partir do florescimento uniforme, os valores aumentaram e atingiram o máximo durante os períodos de maturação e colheita. Com o início de uma nova fase de repouso (interrupção da irrigação) entre março e junho de 2001, os valores baixaram novamente. Com a poda de frutificação do 3º ciclo em 7 de junho, o K<sub>c</sub> apresentou um outro aumento até o início do florescimento e crescimento do fruto, e uma pequena redução na maturação e colheita. Dentro de uma mesma fase fenológica do 2º e 3º ciclos, observa-se que os valores de K<sub>c</sub> estão mais próximos entre si, em relação aos do 1º ciclo, pois as plantas apresentaram um maior diâmetro de

copa. No 3º ciclo, o diâmetro da copa variou de 3 m aos 14 dias após a poda de frutificação, até 4,7 m aos 188 dias após a poda, no período de colheita.

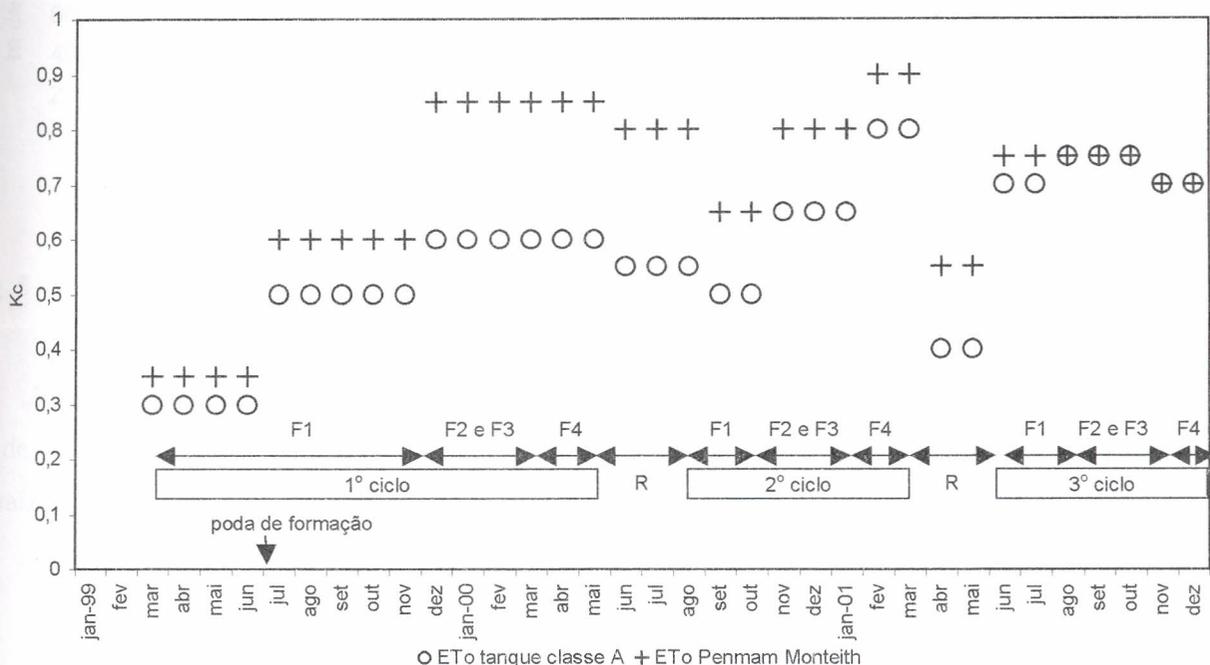


Fig. 4- Coeficiente de cultura (Kc) para a goiabeira cv. Paluma em Petrolina – PE, considerando-se o método de estimativa de ETo, as fases fenológicas (F1:crescimento vegetativo; F2: florescimento e queda fisiológica; F3: crescimento dos frutos; F4: maturação e colheita), e os períodos de repouso (R).

A goiabeira apresenta um desenvolvimento vegetativo intenso e capacidade de enraizamento profundo. O sistema radicular da goiabeira adulta apresenta raízes secundárias que surgem da raiz principal nas camadas superficiais do solo. Estas raízes laterais ramificam-se de modo exuberante e concentram grande número de radículas próximas da superfície do solo.

Pela Figura 5, observou-se que a quantidade de raízes aumentou continuamente, sendo tal aumento maior a partir de 12 meses (final do 1º ciclo), quando apresentava 5 %, para 14 % aos 18 meses (início do 2º ciclo), e até 100% aos 34 meses após o plantio (final do 3º ciclo).

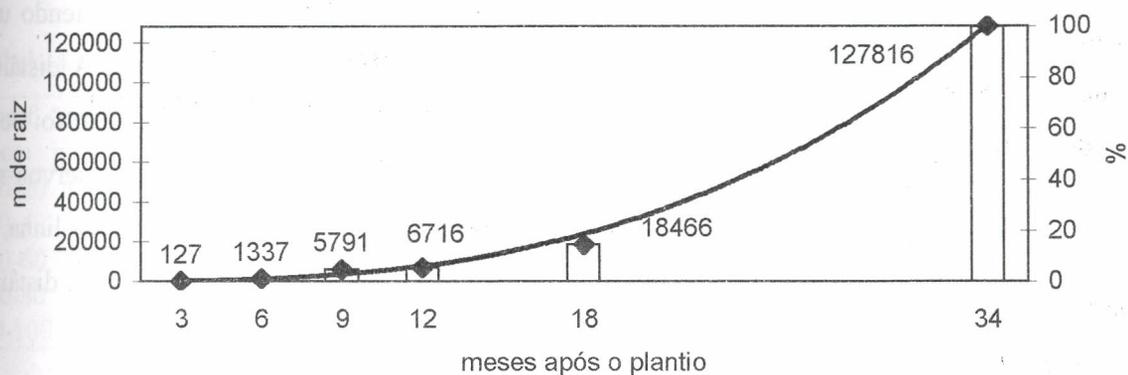


Fig. 5 - Quantidade total do comprimento de raízes (m) e percentagem de raízes de goiabeira cv. Paluma em função dos meses após o plantio.

As raízes atingiram 100 cm de profundidade aos 9 meses, sendo que a profundidade efetiva foi de 40 cm aos 3 meses, 60 cm aos 6 e 9 meses, e 80 cm aos 12, 18 e 34 meses. A quantidade de raízes nas camadas mais profundas (60-80 cm e 80-100 cm) apresentou um pequeno aumento aos 34 meses, em relação ao observado aos 12 e 18 meses após o plantio (Fig 6).

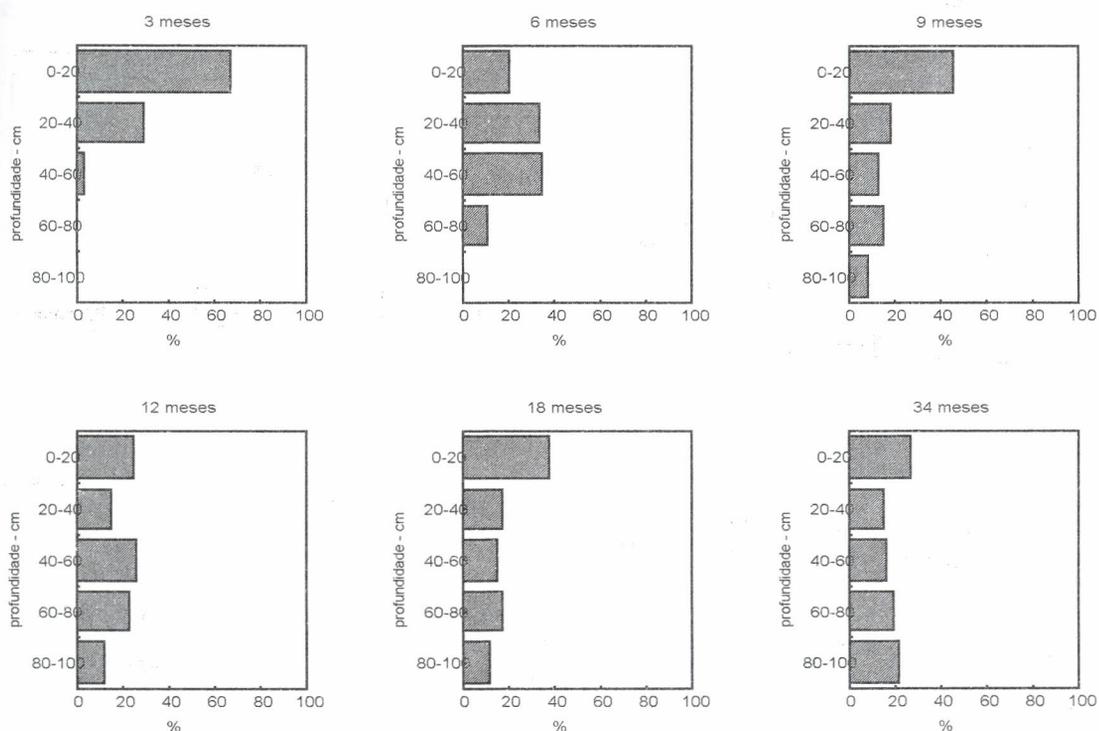


Fig. 6 - Distribuição percentual de raízes de goiabeira cv. Paluma em função da profundidade do solo e dos meses após o plantio.

Também aos 9 meses, as raízes atingiram a distância de 100 cm do tronco, tendo uma distribuição mais homogênea na direção horizontal aos 18 meses após o plantio. A distância efetiva, definida como aquela em que se encontra cerca de 80% do sistema radicular, foi de 20 cm aos 6 meses, 60 cm aos 9 e 12 meses, e 80 cm aos 18 meses. Aos 34 meses, observou-se a distribuição horizontal até 240 cm de distância da planta. Do tronco ao meio da entre linha, foi notada uma redução gradativa da quantidade de raízes, sendo a distância de 120 cm a distância efetiva (Fig. 7).

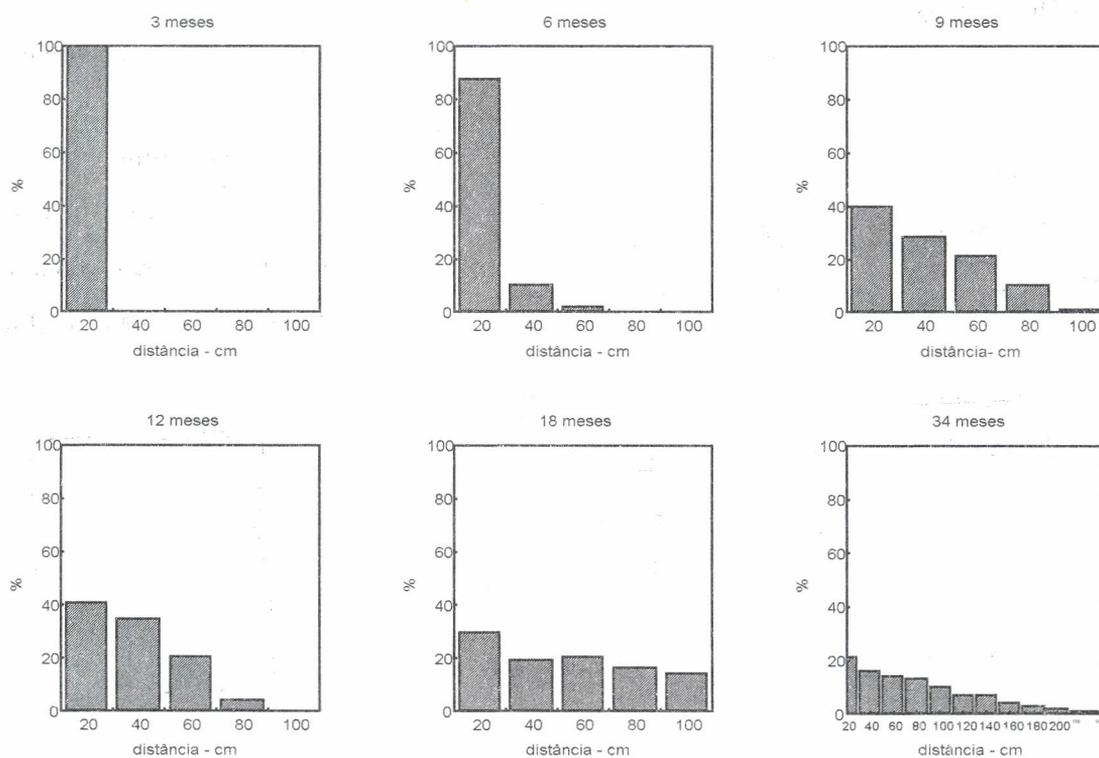


Fig. 7 - Distribuição percentual de raízes de goiabeira cv. Paluma em função da distância do caule e dos meses após o plantio.

O solo onde se encontravam as raízes das plantas aos 34 meses após o plantio apresentava baixo teor de matéria orgânica (m.o.); acidez média até 60 cm e elevada a partir dessa profundidade; baixa condutividade elétrica (C.E.); e teores altos de P (até 80 cm) e K, e médios e baixos de Ca e Mg, respectivamente (Tabela 4). Isso mostra uma certa tolerância da goiabeira quanto às características químicas do solo não favoráveis ao desenvolvimento radicular.

Tabela 4. Análise química do solo aos 34 meses após o plantio da goiabeira cv. Paluma.

prof. cm	m.o. g dm <sup>-3</sup>	pH H <sub>2</sub> O	C.E. dS m <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	Na cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al	Al+H	S	CTC	V %
0-20	11,0	5,3	0,16	64	0,28	1,4	1,1	0,02	0,20	2,97	2,80	5,77	49
20-40	9,6	4,9	0,21	60	0,33	1,3	1,1	0,02	0,25	2,97	2,75	5,72	48
40-60	5,8	5,0	0,28	43	0,74	1,1	1,2	0,03	0,25	2,47	3,07	5,54	55
60-80	5,6	4,4	1,25	33	1,16	0,7	1,0	0,03	0,60	2,64	2,89	5,53	52
80-100	3,2	4,0	2,23	6	1,24	0,6	0,9	0,13	0,90	2,64	2,87	5,51	52

### 2.3 – Mangueira

Em Petrolina-PE, entre junho a novembro de 1999, determinou-se a profundidade de enraizamento, o consumo de água e o coeficiente de cultura da mangueira cv. Tommy Atkins, cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo, textura média (82% areia, 6% de silte e 12% de argila), com espaçamento de 8 x 5 m, aos 6 anos de idade. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com duas linhas de emissores espaçadas em 1,8 m e emissores com vazão de 4,1 L/h espaçados em 0,5 m na linha.

A duração e o consumo de água nos períodos considerados durante o ciclo de produção da mangueira são apresentados na Tabela 5. A produção de frutos foi de 48493,0 kg/ha. O valor máximo encontrado para o consumo diário foi 7,9 mm (151,7 L/planta), na fase de maturação dos frutos, enquanto que o consumo total foi de 642,9 mm (12343,7 L/planta). A eficiência do uso da água (EUA), definido pela relação entre a produção por área e o consumo total de água, foi de 75,4 kg/ha.mm (3,9 kg/ha.L). Como a área molhada foi de 19 m<sup>2</sup>, ou seja, 48% do espaçamento da cultura (8 x 5 = 40 m<sup>2</sup>), a conversão dos valores de consumo de água em milímetros para litros por planta é feita multiplicando-se o valor em mm pela área efetivamente ocupada por uma planta, ou seja, por 8 x 5 x 0,48 = 19,2 m<sup>2</sup>.

Tabela 5. Evapotranspiração da cultura (ETc) e consumo médio diário da mangueira cv, Tommy Atkins, aos 6 anos de idade, em Petrolina – PE, para os períodos considerados (Silva, 2000).

Períodos	Duração (dias)	ETc média diária (mm/dia.planta ou L/dia.planta)
Floração (10 a 30/6/99)	20	2,3 ou 44,2
Queda de frutos (01/7 a 09/8/99)	39	3,2 ou 61,4
Formação de frutos (10/8 a 30/9/99)	51	4,0 ou 76,8
Maturação (01/10 a 09/11/99)	39	4,6 ou 88,3

Tabela 4. Análise química do solo aos 34 meses após o plantio da goiabeira cv. Paluma.

prof. cm	m.o. g dm <sup>-3</sup>	pH H <sub>2</sub> O	C.E. dS m <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	Na cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al	Al+H	S	CTC	V %
0-20	11,0	5,3	0,16	64	0,28	1,4	1,1	0,02	0,20	2,97	2,80	5,77	49
20-40	9,6	4,9	0,21	60	0,33	1,3	1,1	0,02	0,25	2,97	2,75	5,72	48
40-60	5,8	5,0	0,28	43	0,74	1,1	1,2	0,03	0,25	2,47	3,07	5,54	55
60-80	5,6	4,4	1,25	33	1,16	0,7	1,0	0,03	0,60	2,64	2,89	5,53	52
80-100	3,2	4,0	2,23	6	1,24	0,6	0,9	0,13	0,90	2,64	2,87	5,51	52

### 2.3 – Mangueira

Em Petrolina-PE, entre junho a novembro de 1999, determinou-se a profundidade de enraizamento, o consumo de água e o coeficiente de cultura da mangueira cv. Tommy Atkins, cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo, textura média (82% areia, 6% de silte e 12% de argila), com espaçamento de 8 x 5 m, aos 6 anos de idade. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com duas linhas de emissores espaçadas em 1,8 m e emissores com vazão de 4,1 L/h espaçados em 0,5 m na linha.

A duração e o consumo de água nos períodos considerados durante o ciclo de produção da mangueira são apresentados na Tabela 5. A produção de frutos foi de 48493,0 kg/ha. O valor máximo encontrado para o consumo diário foi 7,9 mm (151,7 L/planta), na fase de maturação dos frutos, enquanto que o consumo total foi de 642,9 mm (12343,7 L/planta). A eficiência do uso da água (EUA), definido pela relação entre a produção por área e o consumo total de água, foi de 75,4 kg/ha.mm (3,9 kg/ha.L). Como a área molhada foi de 19 m<sup>2</sup>, ou seja, 48% do espaçamento da cultura (8 x 5 = 40 m<sup>2</sup>), a conversão dos valores de consumo de água em milímetros para litros por planta é feita multiplicando-se o valor em mm pela área efetivamente ocupada por uma planta, ou seja, por 8 x 5 x 0,48 = 19,2 m<sup>2</sup>.

Tabela 5. Evapotranspiração da cultura (ETc) e consumo médio diário da mangueira cv, Tommy Atkins, aos 6 anos de idade, em Petrolina – PE, para os períodos considerados (Silva, 2000).

Períodos	Duração (dias)	ETc média diária (mm/dia.planta ou L/dia.planta)
Floração (10 a 30/6/99)	20	2,3 ou 44,2
Queda de frutos (01/7 a 09/8/99)	39	3,2 ou 61,4
Formação de frutos (10/8 a 30/9/99)	51	4,0 ou 76,8
Maturação (01/10 a 09/11/99)	39	4,6 ou 88,3

Os valores do coeficiente de cultura ( $K_c$ ) são apresentados na Figura 8, e podem ser expressos por uma equação, em função do número de dias após a floração (DAF):  $K_c = 0,36 + 0,009(\text{DAF}) - 4.10^{-5} (\text{DAF})^2$ ,  $r^2 = 0,79$ . Os valores médios de  $K_c$  para foram de 0,44 para a floração, 0,65 para a queda de frutos, 0,83 para a formação do fruto, e 0,84 para a maturação do fruto.

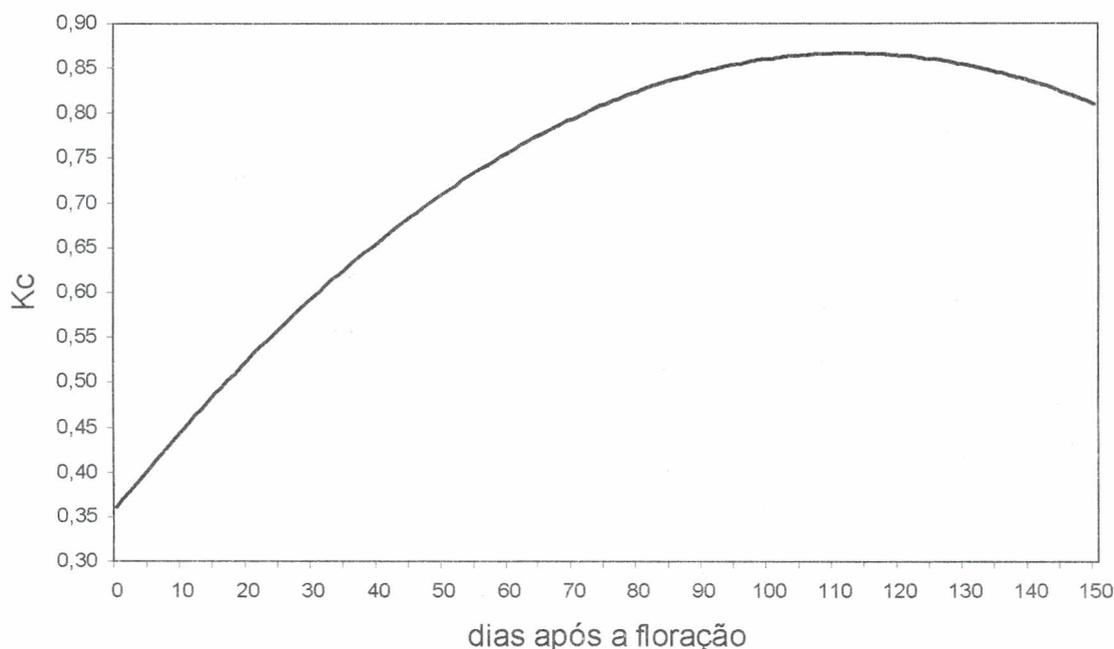


Fig. 8 - Comportamento do coeficiente de cultura ( $K_c$ ) de mangueira cv. Tommy Atkins, em função do número de dias após a floração, em Petrolina, PE, 1999 (Silva, 2000).

As raízes de mangueira atingiram a profundidade de 2 m, em um perfil de solo paralelo à linha de plantas e a 0,2 m de distância do tronco. As raízes estiveram presentes em praticamente todo perfil de solo, com maior presença entre 0,3 m e 1,4 m de profundidade (Fig. 9). Isso indica que houve o entrelaçamento das raízes devido ao hábito de crescimento da cultura e à presença de emissores de água em toda a extensão da linha de plantas.



Fig. 9 - Distribuição das raízes (comprimento, cm) de mangueira cv. Tommy Atkins, a 20 cm de distância do caule e ao longo do perfil de solo de 5m.

Na direção ortogonal à linha de plantas (sentido vertical), as raízes de mangueira atingiram a distância de 2 m, e estiveram presentes até 1 m de profundidade. Entretanto, houve uma maior presença entre 0,3 e 0,9 m de profundidade e entre 0,3 e 1,6 m de distância do tronco (Fig.10). Pode-se sugerir que para o monitoramento da água no solo, a instalação de tensiômetros deva ser feita nesse intervalo de profundidade e de distância do caule. No entanto, um manejo mais criterioso deve levar em conta toda a profundidade de 2m, pois no período de avaliação do consumo de água (junho a dezembro de 1999), foi observado o fluxo de água ascendente a 1,4 m de profundidade, durante a maturação dos frutos (outubro a novembro de 1999), indicando que houve contribuição da camada de solo de 0 a 1,4 m para o processo de evapotranspiração da mangueira.

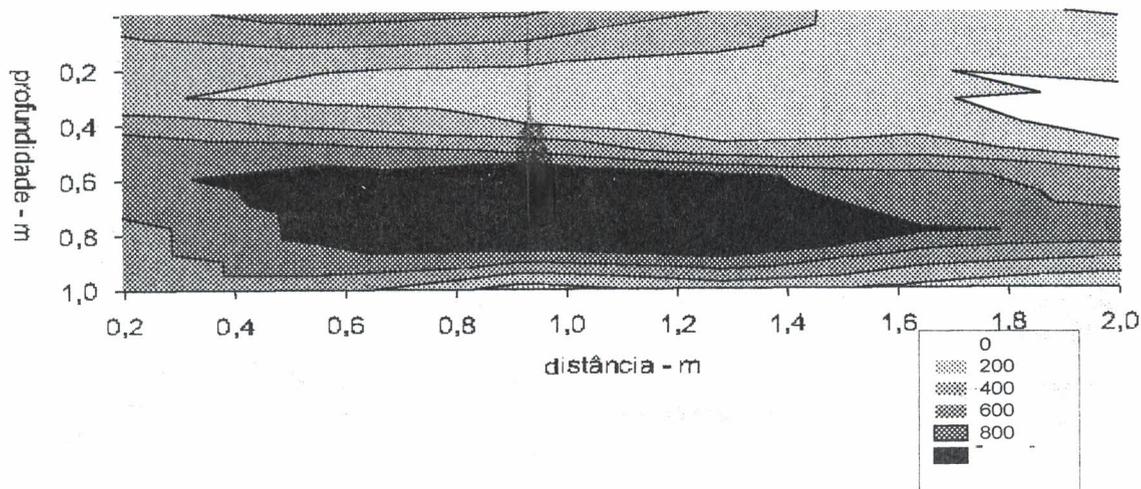


Fig. 10 - Distribuição das raízes (comprimento, cm) de mangueira cv. Tommy Atkins, na direção horizontal e ortogonal às linhas de plantas, e até 1 m de profundidade.

#### 2.4 – Videira

A cultura da videira é afetada tanto pela falta como pelo excesso de água. A deficiência de água no período inicial do crescimento de bagas causa a redução na multiplicação celular. Na maturação, a deficiência reduz o tamanho das células (tamanho das bagas), e o excesso pode diminuir o teor de sólidos solúveis.

Na Tabela 6, estão apresentados os valores do coeficiente de cultura da videira cv Itália em Petrolina - PE, com 3 anos de idade, conduzida no sistema de latada, espaçamento de 4 x 2 m e irrigada por microaspersão. A Figura 11 apresenta o Kc determinado.

Tabela 6. Variação da evapotranspiração da cultura (ETc) e do coeficiente de cultura (Kc) determinado pelos métodos de Penman-Monteith (Eto(PM)) e do Tanque classe A (CA), em função de dias após a poda (DAP) na videira, cv. Itália, em Petrolina-PE (Teixeira *et al.*, 1999).

DAP	ETc <sup>1</sup>	ETo(PM) <sup>1</sup>	ETo(CA) <sup>1</sup>	Kc(PM)	Kc(CA)
18	2,80	4,50	4,13	0,62	0,68
20	4,40	5,62	6,16	0,78	0,71
22	3,60	4,76	4,41	0,76	0,82
24	3,40	5,52	4,13	0,62	0,82
30	3,60	5,15	4,50	0,70	0,80
44	3,90	5,49	5,46	0,71	0,71
45	2,80	3,25	3,00	0,86	0,93
54	3,10	5,57	5,18	0,56	0,60
58	4,10	5,31	4,90	0,77	0,84
59	5,40	5,32	4,55	1,02	1,19
65	4,50	5,10	4,34	0,88	1,04
66	4,10	5,61	5,25	0,73	0,78
87	6,50	5,72	5,25	1,14	1,24
94	7,00	6,10	6,58	1,15	1,06
96	4,50	4,78	5,04	0,94	0,89
97	4,60	4,99	5,11	0,92	0,90
105	5,50	6,55	6,72	0,84	0,82
116	4,30	7,19	7,42	0,60	0,58
117	4,40	6,80	8,54	0,65	0,52

1 - Valores expressos em mm/dia

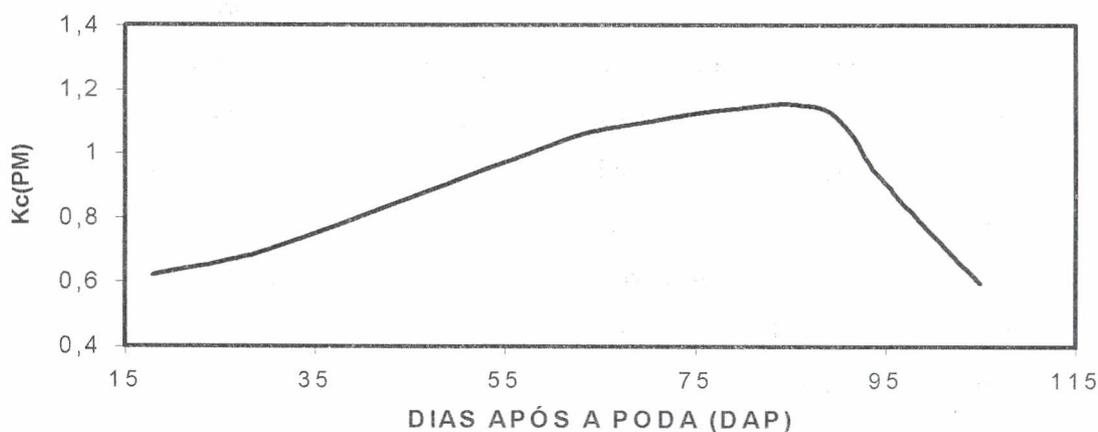


Fig. 11 - Variação do coeficiente de cultura Kc, pelo método de Penman-Monteith, ao longo do período entre a poda de produção e a colheita dos frutos na cultura da videira, cv. Itália, em Petrolina. PE (Teixeira *et al.*, 1999).

A distribuição espacial das raízes da videira é determinada pelo solo e pelas práticas que alteram suas características e propriedades. As diferenças na distribuição radicular entre porta-enxertos ocorrem para um mesmo solo, devido aos fatores edáficos, enquanto que as diferenças na densidade de raízes (quantidade de raízes por um determinado volume de solo) tem sido atribuídas a fatores genéticos. Todo porta-enxerto apresenta características indesejáveis e a experimentação no próprio local de cultivo pode mostrar quais os porta-enxertos melhores adaptados à uma determinada região.

Em uma área de cultivo comercial de uva de mesa em Petrolina – PE, no Vale do São Francisco, foi realizada uma avaliação da distribuição das raízes dos porta-enxertos Salt Creek, Dogridge, Courdec 1613 e IAC 572 sob a cv. Superior Seedless, também conhecida como Sugraone ou Festival (sem semente), aos 4 anos e 7 meses após o plantio. As videiras foram plantadas em solo de textura arenosa (10% argila, 6% silte, 84% areia), em um espaçamento de 3,5 m entre fileiras e 3,0 m entre plantas. O sistema de irrigação empregado foi o de microaspersão, com um emissor de água na linha de plantas e entre duas videiras, de modo a proporcionar o umedecimento de toda a superfície do solo.

A Tabela 7 mostra que o porta-enxerto Courdec 1613 apresentou maior quantidade de raízes nas camadas de solo de 0-20 e 20-40 cm. Isso significa uma distribuição mais homogênea até 40 cm de profundidade, onde a maior parte das raízes esteve presente para todos os porta-enxertos. Até 20 cm de profundidade, o porta-enxerto Dogridge apresentou a menor quantidade de raízes, mas entre 20 e 40 cm, seu comportamento foi semelhante à do Courdec 1613. Entre 40 e 60 cm de profundidade, basicamente não houve diferenças na distribuição de raízes entre os porta-enxertos, enquanto que entre 80 e 100 cm de profundidade o Courdec 1613 apresentou uma menor presença de raízes. Deve-se ressaltar que nas trincheiras abertas para analisar o porta-enxerto Courdec 1613, a quantidade de matéria orgânica até 20 cm de profundidade foi de 2,8 %, enquanto que para os outros três porta-enxertos o teor de matéria orgânica foi de 0,6 %. Provavelmente essa condição contribuiu para uma maior proliferação das raízes do Courdec 1613 na camada superficial de 20 cm. A área e o comprimento de raízes medidos no perfil de solo têm uma alta correlação. Assim, a Figura 11 é uma representação gráfica da distribuição da área das raízes no perfil de solo com 6 m de comprimento e 1 m de profundidade.

Tabela 7. Médias de área de raízes ( $A_r$ ) e comprimento de raízes ( $C_r$ ) de quatro porta-enxertos na cv. Superior Seedlees em função da profundidade do solo.

Profundidade (m)	$A_r$ ( $\text{cm}^2$ )				$C_r$ (cm)			
	Salt Creek	Dogridge	Courdec 1613	IAC 572	Salt Creek	Dogridge	Courdec 1613	IAC 572
0,0-0,2	16,5 c	20,4 c	41,5 a	34,2 b	127,1 b	77,4 c	210,7 a	133,9 b
0,2-0,4	11,0 c	30,0 a	23,1 a	16,2 b	94,4 b	119,7 a	146,3 a	70,4 b
0,4-0,6	4,2 b	7,7 a	6,8 a,b	5,2 a,b	33,2 a	27,3 a	36,1 a	23,7 a
0,6-0,8	3,0 b	4,5 a	3,8 a,b	3,4 a,b	24,5 a	16,7 a	18,0 a	18,1 a
0,8-1,0	1,6 b	2,5 a	0,5 c	2,7 a	11,7 a	12,9 a	2,5 b	14,2 a

Valores na mesma linha seguidos pela mesma letra não diferem pelo test t a 5 % de probabilidade.

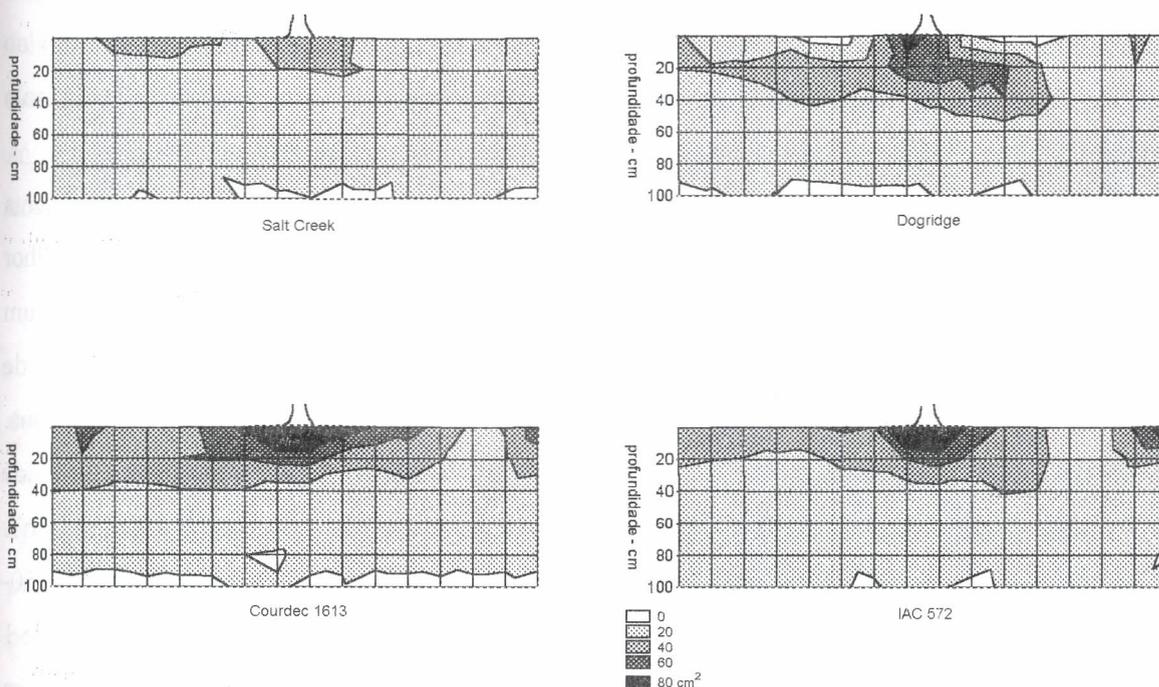


Fig 11 - Distribuição de raízes de quatro porta-enxertos para a cv. Superior Seedless em um solo de textura arenosa em Petrolina - PE. Valores expressos em área de raízes ( $A_r, \text{cm}^2$ ).

A Tabela 8 mostra que, em geral, 90 % do sistema radicular dos quatro porta-enxertos esteve presente até 60 cm de profundidade, embora uma grande quantidade se concentrasse até 40 cm de profundidade. Ou seja, foi observada uma grande redução entre 40 e 60 cm, e abaixo desse ponto, tal redução foi gradual.

Tabela 8. Distribuição percentual de raízes de quatro porta-enxertos na cv. Superior Seedless, em função da profundidade do solo.

Profundidade (m)	Salt Creek	Dogridge	Courdec 1613	IAC 572
0,0-0,2	45,6	31,3	55,2	55,1
0,2-0,4	30,3	46,1	30,6	26,1
0,4-0,6	11,5	11,8	9,0	8,4
0,6-0,8	8,2	6,9	4,5	6,1
0,8-1,0	4,3	3,9	0,7	4,3

Na linha de plantio da videira, as raízes de uma planta apresentaram um entrelaçamento com plantas vizinhas, devido ao seu hábito de crescimento, sendo que a maior parte do sistema radicular esteve presente até 110 cm do caule (80 % para Salt Creek, 81 % para Dogridge e Courdec 1613, e 77% para IAC 572). A aplicação de matéria orgânica (esterco curtido) no sentido da linha e a aplicação de água pelos microaspersores em toda a superfície do solo provavelmente contribuíram para esse crescimento e entrelaçamento das raízes.

A aplicação de esterco (geralmente 20-40 L por planta) é uma prática comum no sistema para produção de uva de mesa no Vale do São Francisco, e tem propiciado uma melhor proliferação das raízes nas camadas superficiais do solo. Os principais fatores para um enraizamento pouco profundo nos solos tropicais são o pH baixo, alta disponibilidade de alumínio, compactação, pequena aeração, e baixa capacidade de retenção e de transporte de água. O solo desse estudo apresenta, até 1 m de profundidade, 84 % de areia, 6 % de silte e 10 % de argila, e uma capacidade de retenção de água na capacidade de campo de apenas  $0,110 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ . O pH do solo foi de 6,7 , 7,7 , 7,3 , 5,6 , e 4,4 para as profundidades de 0-20, 20-40 , 40-60, 60-80 e 80-100 cm de profundidade, respectivamente, com o teor de matéria orgânica menor que 1 % nas três primeiras camadas, com exceção ao porta-enxerto Courdec 1613, onde observou-se uma maior concentração de matéria orgânica.

### 3 - Efeito de substâncias húmicas no crescimento radicular, no solo e na absorção de água.

O termo substâncias húmicas refere-se a uma mistura heterogênea de material orgânico que ocorre naturalmente no solo. Essas substâncias são encontradas com frequência na natureza e originam-se da decomposição de resíduos animais e vegetais no meio ambiente. As substâncias húmicas são geralmente classificadas em ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina de acordo com sua solubilidade em água em função do pH.

As substâncias húmicas apresentam efeitos benéficos on solo e no crescimento da planta. Elas podem atuar como uma fonte de liberação de nitrogênio, fósforo e enxofre para a planta e para os microorganismos do solo. Essas substâncias possuem uma considerável capacidade de retenção de água, e podem auxiliar a manutenção da disponibilidade de água às plantas. Possuem também o caráter de poder tampão, ou seja, atuam contra a mudança do pH do solo, e o caráter cimentante de partículas de argila e silte, o que confere uma melhor estrutura do solo. As substâncias húmicas podem também reter moléculas de metais disponíveis na água do solo, minimizando a contaminação do lençol freático.

Plantas que recebem a aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos via solução nutritiva ou via foliar têm apresentado um aumento no crescimento radicular (alongação) e uma maior proliferação das raízes (formação dos primórdios radiculares). Deve-se atentar para a concentração das substâncias húmicas, e geralmente as respostas diminuem a medida que a dose aumentam. Os efeitos de estimulante de crescimento também tem sido verificado.

#### 4 – Considerações Finais

A aplicação de ácidos orgânicos (húmicos e fúlvicos) via sistema de irrigação tem despertado o interesse de produtores de frutas no polo Petrolina-Juazeiro. O manejo dessa fertirrigação deve levar em conta as características da cultura em questão, como necessidade de água em determinado estágio fenológico, e a localização do sistema radicular tanto em profundidade (direção vertical) como na distância da linha de plantas (direção horizontal). Isso pode contribuir para que a solução água+fertilizantes+ácidos orgânicos permaneça na camada de solo onde se encontra a maior parte do sistema radicular. Obviamente, isso implica na necessidade de um sistema de irrigação projetado de acordo com as características da área e da cultura para que se tenha uma maior eficiência de aplicação de água possível.

#### 5 – Literatura Consultada

- Basso, L.H. Crescimento e distribuição de raízes de videiras e sua relação com a prática da irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1998. 4p. (Comunicado técnico, 76).
- Basso, L.H.; Assis, J.S.; Lima Filho, J.M.P.; Ribeiro, H. A.; Silva, M.R.; Miranda, A. A. Interrupção da irrigação no período da maturação da uva cv. Itália. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1998. 5p. (Comunicado técnico, 79).

- Bassoi, L.H.; Grangeiro, L.C.; Silva, J.A.M.; Silva, E.E.G. Distribuição radicular de porta-enxertos de videira irrigados em solo de textura arenosa do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 4p. (Circular técnica, 62).
- Bassoi, L.H.; Silva, J.A.M.; Silva, E.E.G.; Ferreira, M.N.L.; Maia, J.L.T.; Targino, E.L. Informações sobre a distribuição de raízes da goiabeira para o manejo da irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 4p. (Comunicado técnico, 111).
- Bassoi, L.H.; Silva, J.A.M.; Silva, E.E.G.; Ramos, C.M.C.; Targino, E.L.; Maia, J.L.T.; Ferreira, M.N.L. Informações sobre a distribuição das raízes da bananeira para o manejo de irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 3p. (Comunicado técnico, 105).
- Bassoi, L.H.; Teixeira, A.H.C.; Silva, J.A.M.; Silva, E.E.G.; Ferreira, M.N.L.; Maia, J.L.T.; Targino, E.L. Consumo de água e coeficiente de cultura da goiabeira irrigada por microaspersão. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 4p. (Comunicado técnico, 112).
- Bassoi, L.H.; Teixeira, A.H.C.; Silva, J.A.M.; Silva, E.E.G.; Ramos, C.M.C.; Targino, E.L.; Maia, J.L.T.; Ferreira, M.N.L. Consumo de água e coeficiente de cultura em bananeira irrigada por microaspersão. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 3p. (Comunicado técnico, 108).
- Coelho, E.F.; Oliveira, A.S.; Netto, A.O.A.; Teixeira, A.H.C.; Araújo, E.C.E.; Bassoi, L.H. Irrigação. In: Genú, P.J.C.; Pinto, A.C.Q. (ed.) A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa SPI, p.167-189, 2002.
- MacCarthy, P.; Clapp, C.E.; Malcolm, R.L.; Bloom, P.R. Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. Madison: Soil Science Society of America. 1990. 281p.
- Teixeira, A.H.C.; Azevedo, P.V.; Silva, B.B.; Soares, J.M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.3, p.413-416, 1999.
- Silva, V.P.R. Estimativa das necessidades hídricas da mangueira. UFPB-Campina Grande, 2000. 129p. (Tese de Doutorado).