

## Irrigação do coqueiro anão verde no Submédio São Francisco

### A questão do desperdício de água na irrigação

Muita água é desperdiçada na irrigação do coqueiro anão verde e de outras fruteiras, em consequência do manejo inadequado que é praticado pela maioria dos irrigantes. Isso pode estar relacionado a várias causas, a saber:

- 1-falta de informação técnica ao alcance do irrigante, que defina a quantidade efetiva de água consumida pela planta;
  - 2-inadequação dos equipamentos, principalmente dos sistemas localizados no que diz respeito à relação vazão-pressão, à percentagem da área molhada, à uniformidade da distribuição de água e ao desenho do próprio emissor utilizado na irrigação;
  - 3-irrigante não preparado para assimilar uma “cultura de uso de água eficiente”;
  - 4-vulnerabilidade dos emissores que são dotados de várias e pequenas peças fáceis de serem danificadas;
  - 5-falta de manutenção e de conservação dos sistemas de irrigação localizada, provocando vazamentos e entupimentos que comprometem o desempenho dos emissores.
- O manejo deficiente de água, caracterizado por sua aplicação excessiva, tem propiciado a elevação do lençol freático, que provoca a aceleração do processo de salinização do solo. Além do mais, o excesso de água pode reduzir o volume de solo ocupado pelas raízes, concorrendo para aumentar as perdas de nutrientes por lixiviação. A implicação direta disso é a elevação dos custos de produção e a diminuição da rentabilidade do coqueiro anão verde.

### Manejo da irrigação na parcela do irrigante

Para minimizar as perdas de água dentro da parcela do irrigante, deve-se seguir passo a passo a metodologia a seguir indicada:

- 1º- Determinar diariamente a evapotranspiração de referência ou potencial ( $ET_0$  mm/d), com base na evaporação diária do Tanque Classe A. Se no local existir a informação da evaporação, usá-la seguindo a equação:

$$ET_0 = K_p \times E_{ca}$$

sendo:

- $K_p$  = coeficiente ou fator do tanque, que pode ser definido no Quadro 1;
- $E_{ca}$  = evaporação do Tanque Classe A (mm/d).

Quando não se dispõe de informação local do tanque, pode-se recorrer a estações agrometeorológicas situadas a até  $\pm 100$  Km, desde que não haja interferência de relevo (serras, montanhas, rios, barragens grandes) modificando as variáveis meteorológicas.

#### Autores

Clemente Ribeiro dos  
Santos  
Engº Agrº, M.Sc.,  
E-mail:  
clemente@cpatsa.embrapa.br

Cláudio Evangelista Santos  
Mendonça  
Estudante de Biologia da  
FFPP

**QUADRO 1** – Fator de Tanque Classe A (Kp) para Diferentes Níveis de Cobertura Vegetal e de Umidade Relativa em Regiões Semi-Áridas.

Distância da área vegetada em relação ao tanque (m) <sup>(I)</sup>		Velocidade do Vento (m/s)	Umidade Relativa do ar (%)		
			< 40	40 a 70	> 70
1	<2,03		0,70	0,80	0,85
10			0,60	0,70	0,80
100			0,55	0,65	0,75
1000			0,50	0,60	0,70
1	2,03 a 4,92		0,65	0,75	0,80
10			0,55	0,65	0,70
100			0,50	0,60	0,65
1000			0,45	0,55	0,60
1	4,93 a 8,10		0,60	0,65	0,70
10			0,50	0,55	0,65
100			0,45	0,50	0,60
1000			0,40	0,45	0,55
1	>8,10		0,50	0,60	0,65
10			0,45	0,50	0,55
100			0,40	0,45	0,50
1000			0,35	0,40	0,45

**FONTE:** Doorenbos & Kassam (1994).

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

## 2º- Cálculo da Evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>).

A ET<sub>c</sub> é calculada com base na ET<sub>o</sub> do coqueiro no período considerado e no coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>), que deve ser determinado regionalmente e é também função do método de irrigação.

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

sendo:

ET<sub>c</sub> = em mm/dia e

K<sub>c</sub> = adimensional podendo-se adotar o valor de 0,2 para coqueiros de 0 a 6 meses, de 0,4 para coqueiros de 6 a 12 meses, de 0,6 para coqueiros de 12 a 24 meses, de 0,8 para coqueiros de 24 a 36 meses e de 0,90 para coqueiros com mais de 36 meses.

## 3º- Cálculo da necessidade de irrigação bruta (Nib).

Este cálculo é feito com base no valor de máxima demanda evapotranspirativa para a planta do coqueiro anão verde ao longo do período considerado e da eficiência de aplicação do sistema de irrigação selecionado (E<sub>a</sub>)

$$Nib = \frac{ET_c}{E_a}$$

sendo:

Nib = necessidade de irrigação bruta em mm/dia.

Nos sistemas localizados a E<sub>a</sub> será tomada do coeficiente de uniformidade (CU) que é definido da forma a seguir.

$$CU = \frac{q^{1/4}}{q_a}$$

sendo:

$q^{1/4}$  = vazão média dos 25% dos emissores de menor caudal e

q<sub>a</sub> = vazão média de 100% dos emissores medidos.

A metodologia sugere, segundo Cabello (1990), que se tome as medidas, dentro de uma mesma válvula, de 16 plantas distribuídas em quatro linhas laterais, sugerindo-se a primeira linha lateral, a situada a 1/3 da origem, a situada a 2/3 da origem e a última. Da mesma forma será feito quanto à escolha dos coqueiros. Evidentemente, cada planta receberá água de 2 emissores e, assim, serão avaliados 32 microaspersores.

Para realização do teste de uniformidade de distribuição de água, que em irrigação localizada é denominada uniformidade de emissão, em um sistema de microaspersão instalado no campo, recomenda-se que:

- após selecionada a subunidade de rega, ajuste-se no cabeçal de controle ou na válvula respectiva a pressão de serviço com a qual o sistema funciona;
- a medida da vazão de cada emissor seja feita pelo método direto, isto é, estabelecendo-se um tempo uniforme de 15 a 25 segundos e medindo-se o volume coletado com o auxílio de uma proveta graduada;
- a relação volume coletado/tempo de coleta dará a vazão de cada emissor;
- ao fazer as medições, não retirar o microaspersor do microtubo, porque isso pode mascarar o resultado do volume coletado;

- o tempo do teste nunca seja inferior à metade do tempo médio de cada irrigação;
- durante o teste não ocorra variação de pressão no sistema;
- o teste seja repetido por mais duas vezes desde que seja feito dentro da mesma subunidade de rega.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986) recomenda que o coeficiente de uniformidade para o sistema de microaspersão deve variar de 75 a 80% para terrenos com declividade inferior a 2% e de 65 a 75% para terrenos com declividade superior a 2%.

## Aplicação de água no solo em irrigação por microaspersão

### Período de pré-plantio

A irrigação de pré-plantio deve ser iniciada logo após o preparo definitivo da cova. O transplantio das mudas só pode ser feito, quando o bulbo ou a faixa molhada estiver formado e a matéria orgânica aplicada estiver totalmente fermentada. O tempo necessário para formação do bulbo depende do tipo de solo, da umidade inicial e das características hidráulicas do microaspersor.

### Período de plantio e de desenvolvimento inicial

Durante os primeiros dias após o transplantio das mudas, as irrigações devem ser feitas diariamente e em determinado horário. Recomenda-se de 20 a 30% de tempo de irrigação por posição por dia para as condições em que o sistema foi dimensionado. Deve-se posicionar a linha porta emissor de modo que o microaspersor fique junto da muda. Há microaspersores que permitem a inversão do defletor, concentrando o jato próximo à muda. O emissor deve continuar nessa posição até mais ou menos o oitavo mês após o transplantio.

### Período de desenvolvimento

A partir dessa fase a lâmina de irrigação deve ser calculada com base na evaporação do Tanque Classe A. Nos solos mais arenosos, sugere-se programar as irrigações diárias e nos de textura média, de 2 em 2 dias, com base na evaporação ocorrida durante os últimos 7 ou 15 dias. Para o cálculo da lâmina, considerar o valor do  $K_c$  médio entre 0,60 e 0,80, durante aproximadamente 120 a 150 dias antes da primeira safra.

### Período de produção

Tomemos um exemplo prático de como manejar a água em coqueiro anão verde de 4 anos ou mais, ou seja, no período de produção, que vai da floração até a colheita, compreendendo, em condições ambientais do Semi-Árido, em torno de 260 dias. O  $K_c$  para o coqueiro de 36 meses acima é de 0,90.

Considerar a evaporação acumulada de 7 ou 15 dias.

$$E_{ca} = \frac{E_{ca1} + E_{ca2} + \dots + E_{ca7}}{7}$$

em que:

A lâmina de irrigação ( $L_b$ ) é calculada segundo a equação seguinte:

$$L_b = \frac{K_c \times E_{T0} \times K_1}{E_a} \text{ ou } L_b = \frac{E_{Tc} \times K_1}{E_a}$$

em que:

$K_c$  é o coeficiente de cultivo do coqueiro adotado na região;  $E_{T0}$  e  $E_{Tc}$  já descritos anteriormente, e

$E_a$  é a eficiência de aplicação que é calculado da equação:

$$E_a = CU \times K_s$$

onde  $K_s$  é o coeficiente de transmissividade.  $CU$  é o coeficiente de uniformidade que deve ser avaliado para cada sistema de irrigação, in loco;

$K_1$  é o efeito da localização; para coqueiros com seis a doze meses de idade, utilizar valores de 0,40 a 0,60; para coqueiros com idade de 1 a 2,5 anos, utilizar o valor de 0,80; para coqueiros com idade de 2,5 a 3,5 anos, considerar o  $K_1$  igual 0,9 e, finalmente, para coqueiros com idade acima de 3,5 anos, utilizar o valor desse coeficiente igual 1,0.

Para melhor compreensão, vamos exemplificar o cálculo da lâmina de irrigação para uma semana dentro de um período determinado, na fase inicial de floração do coqueiro adulto irrigado, com 4 anos de idade:

$$E_{ca} = \frac{7,26 + 8,52 + 7,28 + 8,08 + 7,80 + 7,40 + 7,88}{7} = 7,75 \text{ mm.dia}^{-1}$$

A lâmina de irrigação considerará o  $K_c$  de 0,90, o  $K_p$  de 0,75 e a  $E_a$ , de 0,80 no sistema de irrigação por microaspersão, calculada pela equação já citada.

$$L_b = \frac{0,75 \times 7,75 \times 0,90 \times 1,0}{0,80} = \frac{5,23}{0,80} = 6,53 \text{ mm.dia}^{-1}$$

## Lâmina de irrigação ajustada pelo tensiômetro de mercúrio

Deve ser instalada uma bateria de tensiômetros nas profundidades de 15, de 45, de 75 e de 105 cm para áreas de até 5 ha, de solos semelhantes.

A leitura das três primeiras profundidades servirá para definir a lâmina de reposição de água e a leitura da quarta profundidade vai dar uma indicação da água percolada abaixo da zona das raízes.

Tomemos como exemplo, a curva de retenção de um latossolo amarelo do Perímetro Irrigado de Bebedouro, em Petrolina-PE, cujas características físico-hídricas estão descritas no Quadro 2, onde está implantada uma área de coqueiro anão verde, cujo controle da irrigação é feito por tensiometria. A leitura da coluna de mercúrio é dada pela equação:

**QUADRO 2.** Características Físico-Hídricas dos Latossolos Unidades 37AA, 37AB e 37BB do Perímetro de Bebedouro, em Petrolina-PE.

CARACTERÍSTICAS		Profundidade em cm.											
		00 a 30			30 a 60			60 a 90			90 a 122		
LATOSSOLO UNIDADE 37		AA	AB	BB	AA	AB	BB	AA	AB	BB	AA	AB	BB
Granulometria	Unid.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1. Areia Grossa	%	4,00	—	3,00	5,00	—	3,00	3,00	—	4,00	3,00	—	2,00
1. Areia Fina	%	87,00	85,00	80,00	81,00	76,00	64,00	79,00	71,00	57,00	76,00	71,00	66,00
1. Silte	%	4,00	7,00	7,00	5,00	8,00	11,00	6,00	7,00	15,00	8,00	7,00	7,00
▪ Argila	%	5,00	8,00	10,00	9,00	16,00	22,00	12,00	22,00	24,00	13,00	22,00	25,00
Classificação textural (USDA)	—	A	AF	AFAR	AF	FAR	FAGAR	FAR	FAGAR	FAGAR	FAR	FAGAR	FAGAR
Densidade aparente	g/cm <sup>3</sup>	1,62	1,65	1,61	1,68	1,61	1,68	1,64	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Densidade Real	g/cm <sup>3</sup>	2,72	—	2,76	2,74	—	2,76	2,74	—	2,80	2,82	—	2,80
Porosidade Total	%	40,40	—	41,70	38,70	—	39,10	40,10	—	42,10	42,60	—	42,10
Capacidade de Campo	%	8,94	10,68	11,65	9,00	11,62	11,93	9,20	13,80	11,93	9,00	13,80	11,35
Retenção a 15atm	%	1,84	3,10	3,07	2,52	5,25	5,27	3,07	5,40	5,87	3,22	5,40	6,19
Água Disponível	cm	3,45	3,75	4,14	3,27	3,09	3,35	3,00	4,08	2,66	3,01	4,08	2,68

Legenda:

A - Areia;

AF - Areia Franca;

AFAR - Areia Franco-Arenosa;

FAR - Franco-Arenoso;

FAGAR - Franco-Argilo-Arenoso.

$$H = \frac{-10,20Ts + h_1 + h_2}{12,6},$$

em que:

Ts é a tensão de umidade (bar) no momento da leitura;  
 $h_1$  é a altura do nível de mercúrio na cuba em relação à superfície do solo; no exemplo, é de 25 cm, e  
 $h_2$  refere-se à profundidade de instalação dos tensiômetros, que, no exemplo, é de 15, 45 e 75 cm.

A primeira leitura será chamada de  $H_1$ , feita antes da irrigação seguinte, refere-se ao tensiômetro colocado a 15 cm de profundidade (ponto médio da camada 0 a 30 cm) e será igual a 21 cm; a segunda leitura será  $H_2$ , refere-se ao tensiômetro instalado na profundidade de 45 cm (ponto médio da camada de 30 a 60 cm) e será igual 17,60 cm, e  $H_3$ , a leitura do tensiômetro colocado na profundidade 75 cm (ponto médio entre 60 e 90 cm), será igual a 16,10 cm.

Para a primeira leitura chamada de  $H_1$ :

$$21,0 = \frac{-10,20Ts_1 + 25 + 15}{12,6} \cdot 264,60 =$$

$$-10,20Ts_1 + 40 \cdot 10,20Ts_1 = 264,60 + 40 = -224,60$$

Logo, chamando de Ts1 a tensão correspondente a  $H_1$ , teremos:

$$-224,60$$

$$Ts_1 = \frac{-224,60}{10,2} = -22,02\text{kPa} = -22,02\text{cb} = -0,22\text{ bar}$$

Na curva de retenção da Figura 1, este valor de 0,22 bar corresponderá a  $0,072\text{ cm}^3 \times \text{cm}^3$  de umidade atual (Ua) no momento da irrigação na profundidade de 0 a 30 cm.

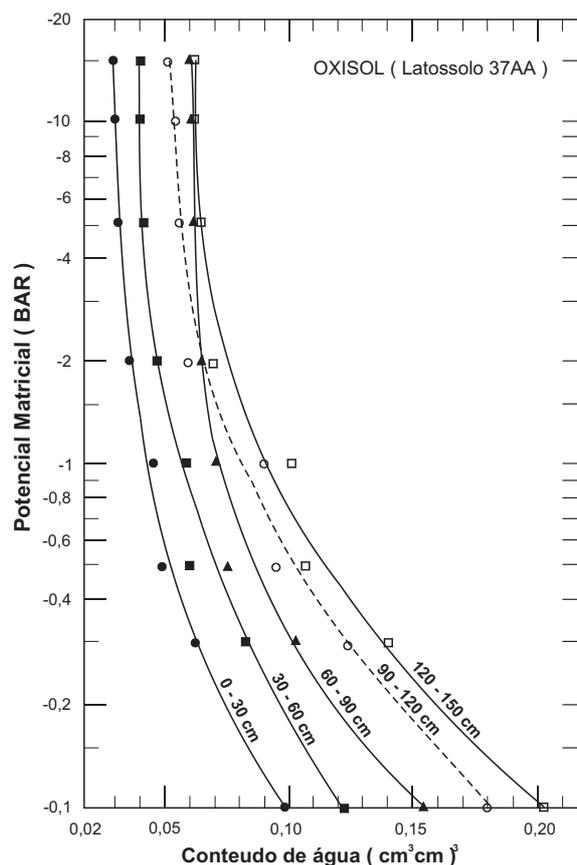


Figura 1. Curva de retenção de água no solo do Perímetro Irrigado de Bebedouro.

A lâmina de reposição de água ( $L_r$ ) será calculada pela equação:

$$L_r = \left( \frac{cc - U_a}{E_a} \right) \times Pr, \text{ em que:}$$

- CC é o limite superior do armazenamento de água disponível no solo em  $\text{cm}^3$  de água/ $\text{cm}^3$  de solo a 0,1 bar, no caso igual a  $0,098 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ;

- Pr é a profundidade da camada do solo a ser irrigado (profundidade média do sistema radicular) em mm;

-  $E_a$  é a eficiência de irrigação do sistema, expressa em decimal.

$$\text{Então, } L_{r1} = \frac{(0,098 - 0,072)}{0,800} \times 300 = 9,750 \text{ mm}$$

Para a leitura de  $H_2$ , seguindo a mesma correspondência para  $Ts_2$ , teremos:

$$17,6 = \frac{-10,20 Ts_2 + 25 + 45}{12,6} = \dots \cdot 221,76 = -10,2 Ts_2 + 70$$

$$\text{Logo, } 10,20Ts_2 = -216,7 + 70,00 \dots Ts_2 = -14,38 \text{ kPa} = -14,38 \text{ cb} = -0,143 \text{ bar} = -0,14 \text{ bar.}$$

Este valor de 0,14 bar na respectiva curva equivale a  $0,110 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  de umidade na camada de solo de 30 a 60 cm.

Logo, a lâmina de irrigação será

$$L_{r2} = \frac{0,120 - 0,110}{0,85} \times 300 \text{ mm} = 3,53 \text{ mm.}$$

Para a leitura de  $H_3$ , o respectivo  $Ts_3$  será:

$$16,10 = \frac{-10,20 Ts_3 + 25 + 75}{12,6}$$

$$105,84 = -10,20 Ts_3 + 100$$

$$10,20 Ts_3 = -202,86 + 100,00 = -102,86 \dots$$

$$Ts_3 = \frac{-102,86}{10,20} = -10,08 \text{ kPa} = -10,08 \text{ cb} = -0,100 \text{ bar.}$$

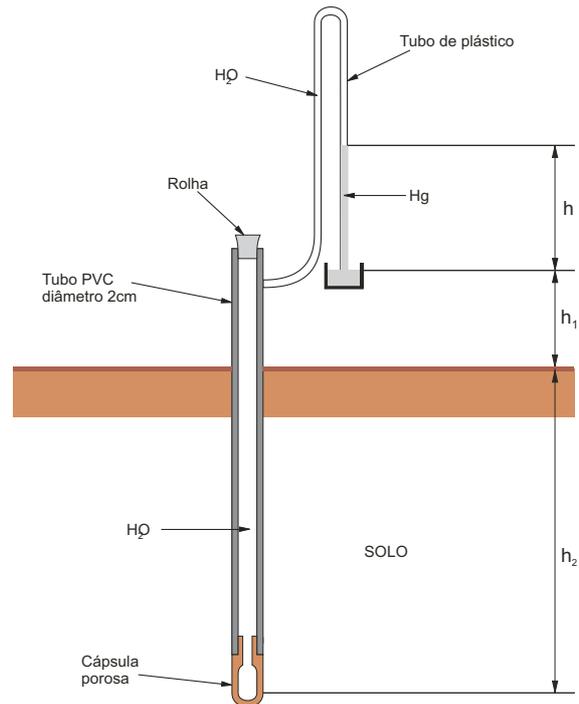
Na curva de retenção, o valor de 0,1008 bar vai dar um teor médio de umidade muito próximo à capacidade de

campo, não havendo necessidade de repor a irrigação, isto é,  $L_{r3} = 0$ .

A lâmina total de irrigação requerida ( $L_{rt}$ ) será representada por:

$$L_{rt} = L_{r1} + L_{r2} + L_{r3} = 9,75 \text{ mm} + 3,53 \text{ mm} + 0 = 13,28 \text{ mm.}$$

Deve-se fazer a leitura e limpeza dos tensiômetros a cada semana e sempre na mesma hora. A Figura 2 ilustra o esquema de um tensiômetro de mercúrio instalado no campo.



Fonte: SOARES & COSTA (2000).

Figura 2. Esquema de tensiômetro de mercúrio.

Sendo a vazão do microaspersor de 35,0 L/h e considerando-se dois emissores por planta, a intensidade de aplicação de água com o raio do micro (R) de 1,80 m, com superposição de 20% entre os emissores, será então:

$$I_a = \frac{35,00 \text{ L/h} \times 2}{0,80(A_m \times 2)} = \frac{70,0 \text{ L/h}}{0,80(\pi R^2 \times 2)} = \frac{0,070 \text{ m}^3/\text{h}}{0,8 \times 20,36}$$

em que:

$$A_m = \text{área molhada do micro} = \pi R^2 = 1,8^2 \times 3,142.$$

O tempo de irrigação por dia será por posição:

$$T_i = \frac{13,28 \text{ mm}}{4,298 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}} = 3,09 \text{ h} = 3 \text{ h e } 5,4 \text{ minutos}$$

$$\text{Então: } I_a = \frac{0,07 \text{ m}^3/\text{h}}{16,288} = 0,004297 \text{ m/h} = 4,298 \text{ mm/h}$$

No caso de um emissor por planta, com vazão de 70 L/h, considerando o raio molhado de 2,5m, a superposição será de 0% e a intensidade de aplicação será então:

$$I_a = \frac{70,0 \text{ L/h}}{(\text{Área útil})} = \frac{70,0 \text{ L/h}}{19,64 \text{ m}^2} = \frac{0,070 \text{ m}^3/\text{h}}{19,64 \text{ m}^2} = 0,00356 \text{ m/h} = 3,56 \text{ mm/h}$$

O tempo de irrigação por posição será:

$$T_i = \frac{13,28 \text{ mm}}{3,56 \text{ mm/h}} = 3,75 \text{ horas, que corresponde a}$$

$T_i = 3 \text{ horas e } 45 \text{ minutos.}$

Supondo que o ajuste da lâmina de água tenha início numa segunda-feira, o cronograma de irrigação será realizado da maneira indicada a saber:

1. pelo exemplo, a lâmina a ser aplicada nesse 1<sup>a</sup> dia será de 13,28 mm;
2. do segundo ao sétimo dia será aplicada a lâmina calculada pela evaporação do tanque de 6,04 mm/dia;
3. semanalmente, a cada dia fixo, será feito o ajuste da lâmina de irrigação pelo tensiômetro e sequenciadas as irrigações calculadas anteriormente pela evaporação, e;
4. depois de certo tempo a lâmina ajustada será bem próxima da lâmina calculada.

## Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Emissores para sistemas de irrigação localizada: avaliação de características operacionais-método de ensaio. Rio de Janeiro, 1986. bp. Projeto 12:02.08.021.
- BLANEY, F. H.; CRIDDLE, W. D. Determining consumptive use and irrigation water requirements. Washington: USDA, 1961. 93 p.
- CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frequência (RLAF):** goteo, microaspersion, exudacion. Madri: Mundi Prensa, 1990. p. 373-385.
- CHOUDHURY, E. N.; MILLAR, A. A. Características físico-hídricas de três Latossolos irrigados no Projeto Bebedouro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Arido. **Pesquisa em irrigação no Trópico Semi-Arido:** solo, água, planta. Petrolina-PE, 1981, p. 1-24 (Embrapa-CPATSA Boletim de Pesquisa; 4).
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento dos cultivos. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 il. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem; 33).



**Circular  
Técnica, 79**

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Semi-Árido**  
**Endereço:** BR 428, km 152, Zona Rural, 56300-000  
Petrolina-PE.  
**Fone:** (87) 3862-1711  
**Fax:** (87) 3862-1744  
**E-mail:** sac@cpatsa.embrapa.br

**1ª edição**  
1ª impressão (2005): formato digital

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** *Luiz Balbino Morgado.*  
**Secretário-Executivo:** *Eduardo Assis Menezes.*  
**Membros:** *Luís Henrique Bassoi*  
*Bárbara França Dantas*  
*Lázaro Eurípedes Paiva*  
*Evandro Vasconcelos Holanda Júnior*  
*Gislene Feitosa Brito Gama*  
*Elder Manoel de Moura Rocha*

**Expediente**

**Supervisor editorial:** *Eduardo Assis Menezes*  
**Tratamento das ilustrações:** *Nivaldo Torres dos Santos*  
**Editoração eletrônica:** *Nivaldo Torres dos Santos.*