

Fortaleza, CE  
Dezembro, 2003

## Autores

Vitor Hugo de Oliveira  
Eng. agrôn., D.Sc.  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Tel.: (0xx)85-2991800  
vitor@cnpat.embrapa.br

Francisco José de Seixas Santos  
Eng. agrôn., M.Sc.  
Embrapa Meio-Norte  
Tel.: (0xx)86-2251141  
seixas@cpamn.embrapa.br

Lindbergue Araújo Crisóstomo  
Eng. agrôn., Ph.D.  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Tel.: (0xx)85-2991800  
lindberg@cnpat.embrapa.br

Luís Carlos Uchoa Saunders  
Eng. agrôn., D.Sc.  
Professor da Universidade Federal  
do Ceará/CCA/Departamento de  
Engenharia Agrícola  
Tel.: (0xx)85-2889756  
saunders@ufc.br

## Manejo da Irrigação na Produção Integrada do Cajueiro-Anão Precoce

### Introdução

Definido como um sistema de exploração agrária que produz alimentos de alta qualidade mediante o uso dos recursos naturais e de mecanismos reguladores para minimizar o emprego de insumos e contaminantes, a produção integrada de frutas vem contribuindo para que o produtor aprenda a trabalhar o sistema como um todo, assegurando a sua sustentabilidade e reduzindo os efeitos antagônicos entre as práticas efetuadas.

Sob esse aspecto, o emprego da irrigação na produção integrada do cajueiro-anão precoce (Figura 1), é uma prática que difere da irrigação na produção convencional, em razão de fundamentar-se em métodos adequados, especialmente no que se refere ao manejo da quantidade da água de irrigação, evitando que o produtor corra o risco de sub ou superestimar a quantidade de água aplicada na planta.

Neste trabalho são apresentados os principais aspectos relacionados ao emprego da irrigação no cajueiro-anão precoce, objetivando orientar técnicos e produtores envolvidos na produção integrada quanto ao seu manejo, com base nas medidas de evaporação obtidas no tanque Classe "A".

### Irrigação no Cajueiro-Anão Precoce Estimativa das necessidades hídricas

As necessidades hídricas das culturas normalmente são baseadas na taxa de evapotranspiração da cultura (ETc), a qual está relacionada com a demanda evaporativa do ar. Nesse sentido, o conhecimento da ETc é fundamental em projetos de irrigação, pois representa a quantidade de água que se deve repor ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais, podendo ser estimada pela equação:

$$ETc = ETo \cdot kc \quad (1),$$

onde:

ETc é a medida diária da evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>).

ETo é a evapotranspiração potencial de referência (mm dia<sup>-1</sup>) estimada ou medida diariamente.

Kc é o coeficiente geral da cultura.

Foto: João Rodrigues de Paiva



Fig.1. Cajueiro-anão precoce (CCP 76).

Vários métodos podem ser utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) a partir de variáveis climáticas, devido à dificuldade de medidas diretas e exatas em condições reais de campo. Com a disponibilidade de uma série histórica de dados meteorológicos, a escolha do método dependerá do nível de exatidão desejado para estimativa da ET<sub>o</sub>.

### O Tanque Classe “A”

Existem vários tipos de tanques evaporimétricos, entretanto o mais conhecido e empregado nas estações agrometeorológicas do país, para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), que pode ser usada no manejo da irrigação, é o Classe “A”. Contribuem para isto a facilidade de medida da evaporação, o custo relativamente baixo e o seu grau de exatidão. Uma boa instalação, manutenção e um adequado meio circundante para o tanque garantem seu emprego para estimar as necessidades hídricas das culturas em períodos de 10 dias ou mais.

O tanque classe “A” é construído de chapa galvanizada, tem forma circular, com 121 cm de diâmetro e 25 cm de altura, sendo instalado sobre estrado de madeira de 15 cm de altura. A superfície do solo deve ser gramada. O nível de água no interior do tanque deve ser mantido entre 3 e 8 cm do bordo superior. A medição da evaporação é feita por meio de poço tranquilizador e parafuso micrométrico ou simplesmente com régua, fazendo-se leitura diária para tabulação dos dados (Figura 2). Na base do tranquilizador há um orifício, onde a água penetra, mantendo o mesmo nível de fora do poço.

Os dados necessários para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método do Tanque Classe “A” são: a evaporação média do

tanque (EV, em mm dia<sup>-1</sup>), os valores estimados de umidade relativa média (UR, em %), a velocidade média do vento (V, em km dia<sup>-1</sup> a 2 m de altura) e a informação se o tanque está rodeado de áreas cultivadas ou nuas (sem cultura). A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), representando o valor médio, em mm dia<sup>-1</sup>, para o período considerado é obtida pela fórmula:

$$ET_o = k_p \cdot EV \quad (2)$$

onde,

EV é a evaporação obtida no Tanque Classe “A” (mm dia<sup>-1</sup>)

k<sub>p</sub> é o coeficiente do tanque.

Na Tabela 1 são apresentados os valores de k<sub>p</sub> para as diferentes condições climáticas e de cobertura vegetal ao redor do tanque Classe “A”, em várias partes do mundo.

### Sistema de irrigação

Dentre os métodos de irrigação atualmente em uso, a microirrigação (irrigação localizada) é o mais recomendável em função das seguintes vantagens: economia de água (maior eficiência de irrigação e redução de perdas de água por evaporação), economia de energia (trabalha com vazões e pressões menores), possibilidade de aplicação de fertilizantes via água de irrigação (fertirrigação), redução da ocorrência de plantas daninhas e doenças foliares, não interfere nas pulverizações, capinas e colheitas. Apresenta como desvantagens a necessidade de filtragem da água para evitar o entupimento dos emissores e o custo inicial um pouco mais elevado, porém recuperado em poucos anos em virtude do menor custo de operação do sistema.

Foto: Vítor Hugo de Oliveira



Fig.2. Tanque Classe “A”.

**Tabela 1.** Coeficientes  $k_p$ , de tanque Classe A, para diferentes coberturas vegetais, níveis de umidade relativa média e ventos durante 24 horas.

Vento (km dia <sup>-1</sup> )	Caso A				Caso B <sup>(1)</sup>			
	Posição do tanque R(m)*	Tanque circundado por grama			Posição do tanque R(m)*	Tanque circundado por solo nu		
		UR %				UR %		
		Baixa < 40%	Média 40 - 70%	Alta > 70%		Baixa < 40%	Média 40 - 70%	Alta > 70%
Fraco < 175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	0,50	0,60	0,70
Moderado 175 - 425	0	0,50	0,60	0,65	0	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1.000	0,70	0,80	0,80	1.000	0,45	0,55	0,60
Forte 425 - 700	0	0,45	0,50	0,60	0	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,60
	1.000	0,65	0,70	0,75	1.000	0,40	0,45	0,55
Muito forte > 700	0	0,40	0,45	0,50	0	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1.000	0,55	0,60	0,65	1.000	0,35	0,40	0,45

Fonte: Doorenbos & Kassam, 1994.

<sup>(1)</sup> Para extensas áreas de solo nu, reduzir os valores de  $k_p$  em 20% nas condições de muito calor e ventos fortes, e de 5 a 10%, em condições de temperatura, vento e umidade moderados.

<sup>(\*)</sup> Por R(m) entende-se a menor distância (em metros) do centro do tanque ao limite da bordadura (grama ou solo nu).

Na irrigação localizada, podem ser usados como emissores: microaspersores, gotejadores e orifícios (xiquexique). Para o cajueiro-anão precoce, tem sido comum o emprego de microaspersores, principalmente em solos arenosos (Figura 3).

Considerando o porte da planta, devem ser utilizados microaspersores com vazão de 30 a 100 litros por hora, que apresentem um diâmetro molhado de 4 a 6 m. Se o microaspersor permitir, é recomendável a redução do diâmetro molhado para 1 a 2 m durante o primeiro ano de cultivo, face do menor porte da planta.

Foto: Vitor Hugo de Oliveira



Fig. 3. Microaspersão em cajueiro-anão precoce.

## Manejo da irrigação

O manejo da irrigação no cajueiro-anão precoce está relacionado à frequência de rega e à quantidade de água aplicada, com base no tipo de solo, na idade da cultura, na eficiência do sistema de irrigação e nas condições climáticas.

A quantidade de água consumida pela planta, quando irrigada por sistemas de microirrigação, pode ser estimada a partir dos dados da evaporação do Tanque Classe "A", segundo a equação:

$$\text{Vol.} = \text{ETc} \times \text{Kr} \times \text{A} \quad (3)$$

onde:

Vol. = volume em L/planta/dia;

ETc = evapotranspiração da cultura, em mm dia<sup>-1</sup>;

Kr = coeficiente de redução da evapotranspiração;

A = área ocupada por planta, em m<sup>2</sup>.

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes utilizados na irrigação (sistemas de microirrigação) do cajueiro-anão precoce que permitem a elaboração de calendários de manejo de irrigação, durante as fases de formação (1º ano da cultura) e produção (a partir do 2º ano).

Tabela 2. Dados para irrigação do cajueiro-anão precoce.

Coefficientes	1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	≥5ºano
CS (%)	5 a 10	10 a 25	25 a 40	40 a 60	60 a 65
Kc	0,50	0,55	0,55	0,60	0,65
Kr	0,10 a 0,20	0,20 a 0,30	0,30 a 0,50	0,50 a 0,70	0,76

O índice de cobertura do solo (CS) expressa a fração da superfície do solo realmente coberta pela folhagem das plantas, vista em projeção sobre o plano horizontal. O Kr é o coeficiente de redução para calcular as necessidades hídricas dos cultivos sob irrigação localizada, pois não são incluídas as perdas por evaporação do solo e a transpiração das plantas daninhas. Existem várias estimativas de Kr baseado em CS, sendo que uma delas foi definida como  $Kr = CS / 0,85$ .

Os coeficientes de cultivo (Kc) para o cajueiro-anão precoce foram ajustados por meio de vários experimentos realizados pela Embrapa Agroindústria Tropical onde, empregando-se a evapotranspiração de referência obtida em função da evaporação do tanque Classe "A", foram obtidos os seguintes coeficientes de cultura (Kc) para o período de formação de mudas de cajueiro-anão precoce: 0,54 para a fase de germinação de sementes de cajueiro-anão precoce; 0,81 para a fase de crescimento e desenvolvimento de porta-enxertos; 0,75 para a fase pós-enxertia até o ponto de transplante.

## Calendário para irrigação do cajueiro-anão precoce

Por ser uma planta perene, os calendários de irrigação para o cajueiro-anão precoce podem ser elaborados a partir de dados diários de evaporação (maior exatidão e controle da água aplicada) ou de dados médios mensais (menos trabalhoso e de melhor manuseio pelos usuários).

Neste trabalho, a título de ilustração, serão elaborados exemplos, utilizando-se os dados climáticos obtidos de duas estações agroclimatológicas convencionais pertencentes à Embrapa Agroindústria Tropical e instaladas nos Municípios de Paraipaba (Tabela 3) e Pacajus (Tabela 4), no Ceará.

**Tabela 3.** Médias históricas mensais e anuais de temperatura média, umidade relativa, velocidade do vento, e totais mensais e anuais da precipitação e evaporação do tanque Classe "A" (Paraipaba, CE, 1975-2001).

Meses	Temperatura média (%)	Umidade relativa (mm)	Precipitação pluvial (mm)	Evaporação do tanque Classe A	Velocidade do vento ( $m s^{-1}$ )
Jan.	27,2	87	88,7	230,3	2,1
Fev.	27,1	87	137,1	194,8	1,7
Mar.	27,0	89	251,5	191,4	1,3
Abr.	26,8	91	231,8	190,1	1,3
Mai	26,7	89	127,2	190,1	1,3
Jun.	26,4	86	70,1	190,8	1,5
Jul.	26,3	85	32,5	208,3	2,0
Ago.	26,8	83	9,5	244,0	2,5
Set.	27,5	79	6,6	261,6	2,7
Out.	27,6	81	2,7	276,0	2,9
Nov.	27,7	81	6,1	259,4	2,8
Dez.	27,6	83	13,3	251,0	2,6
<b>Média</b>	<b>27,1</b>	<b>85</b>	<b>977,0</b>	<b>2.687,8</b>	<b>2,1</b>

**Tabela 4.** Médias históricas mensais e anuais de temperatura média, umidade relativa, velocidade do vento, e totais mensais e anuais da precipitação e evaporação do tanque Classe "A" (Paraipaba, CE, 1975-2001).

Meses	Temperatura média (%)	Umidade relativa (mm)	Precipitação pluvial (mm)	Evaporação do tanque Classe A	Velocidade do vento ( $m s^{-1}$ )
Jan.	26,7	76	79,8	205,9	0,9
Fev.	26,4	78	124,7	180,9	0,9
Mar.	26,2	81	224,6	167,4	0,7
Abr.	26,2	83	212,2	157,5	0,6
Mai	26,3	81	120,2	160,0	0,7
Jun.	25,7	78	72,2	168,8	0,8
Jul.	25,7	77	30,9	197,4	1,0
Ago.	25,9	73	11,8	231,5	1,1
Set.	26,3	73	9,3	239,5	1,3
Out.	26,5	73	11,1	251,0	1,4
Nov.	26,6	73	8,2	236,8	1,3
Dez.	26,8	73	25,8	243,9	1,1
<b>Média</b>	<b>26,3</b>	<b>76</b>	<b>930,9</b>	<b>2.440,6</b>	<b>1,0</b>

### Exemplo 1:

Um produtor pretende implantar um pomar de cajueiro-anão precoce irrigado na Região de Paraipaba, CE, e deseja conhecer o calendário de irrigação para poder definir o tamanho da área baseada na sua fonte hídrica ( $25.000 L hora^{-1}$ ).

### Cálculo:

- A irrigação do cajueiro-anão precoce na Região de Paraipaba é necessária a partir de julho, pois até junho a precipitação média mensal é superior a 70 mm (Tabela 3);
- A velocidade média do vento de julho a dezembro é de  $2,58 m s^{-1}$ , o que corresponde a  $223 km dia^{-1}$ . A umidade relativa média no mesmo período é 82%. Assim o coeficiente do tanque (kp) é 0,70 (Tabela 1), considerando-se que o tanque está assentado em uma área sem cobertura verde e a 10 m das áreas cultivadas com fruteiras;
- A evapotranspiração de referência (ETo) para o período é calculada baseada nos dados de evaporação (EV) (Tabela 3), segundo a equação 2 (Tabela 5);

**Tabela 5.** Evapotranspiração de referência (ETo) para a Região de Paraipaba, CE, baseada no Tanque Classe "A".

Mês	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<b>ETo (mm)</b>	145,8	170,8	183,1	193,2	181,6	175,7

- As necessidades hídricas para as várias fases da cultura são determinadas pela equação 1, com dados obtidos das Tabelas 2 e 5 (Tabela 6);

**Tabela 6.** Evapotranspiração do cajueiro-anão precoce (mm) nas várias fases de desenvolvimento e em diversos meses na Região de Paraipaba, CE.

Ano	Mês					
	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1°	72,9	85,4	91,5	96,6	90,7	87,8
2°	80,2	94,0	100,7	106,2	99,8	96,6
3°	80,2	94,0	100,7	106,2	99,8	96,6
4°	87,5	102,5	109,9	115,9	108,9	105,4
5° ano em diante	94,8	111,0	119,0	125,6	118,0	114,2

- e) A partir do emprego da equação 3, obtém-se o volume de água a ser aplicado por planta de cajueiro-anão precoce (Tabela 7), irrigado por microaspersão, no espaçamento 8 x 6 m;

**Tabela 7.** Volume de água aplicado no cajueiro-anão precoce (L/planta/dia) nas várias fases de desenvolvimento e em diversos meses na Região de Paraipaba, CE.

Ano	Mês					
	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1°	16,9	19,8	22,0	22,4	21,8	20,4
2°	31,1	36,4	40,3	41,1	39,9	37,4
3°	49,6	58,2	64,5	65,8	63,9	59,9
4°	81,3	95,2	105,5	107,7	104,6	97,9
5° ano em diante	111,6	130,6	144,7	147,8	143,5	134,4

- f) O maior consumo de água por planta de cajueiro-anão precoce, na Região de Paraipaba, Ce, é no mês de outubro, no 5° ano de implantação: 147,8 L dia<sup>-1</sup>. A fonte hídrica do produtor tem capacidade de 600.000 L dia<sup>-1</sup>, podendo abastecer, na época de maior demanda, 4.059 plantas. Portanto, a área a ser irrigada deve ser de aproximadamente 19,5 ha.

#### Exemplo 2:

Um produtor necessita elaborar um calendário para o manejo da irrigação do cajueiro-anão precoce com cinco anos de idade, na região de Pacajus, CE. O microaspersor utilizado possui vazão de 52 L hora<sup>-1</sup>.

#### Cálculo:

- a) A irrigação do cajueiro-anão precoce na Região de Pacajus também é necessária a partir de julho, pois até junho as precipitações médias mensais são superiores a 72 mm (Tabela 4);
- b) A velocidade média do vento de julho a dezembro é de 1,2 ms<sup>-1</sup>, o que corresponde a 103,7 km dia<sup>-1</sup>. A umidade relativa média no mesmo período é 74%. Assim, o coeficiente do tanque (kp) é 0,80 (Tabela 1), considerando-se que o tanque está assentado em uma área sem cobertura verde e a 10 m das áreas cultivadas com fruteiras;
- c) A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) para o período é calculada com base nos dados de evaporação (EV) (Tabela 4), segundo equação 2 (Tabela 8);

**Tabela 8.** Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) para a Região de Pacajus, CE, baseada no Tanque Classe "A".

Mês	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
ET <sub>o</sub> (mm)	157,9	185,2	191,6	200,8	189,4	195,1

- d) As necessidades hídricas para o 5° ano da cultura são determinadas pela equação 1, com os dados obtidos das Tabelas 2 e 8 (Tabela 9);

**Tabela 9.** Evapotranspiração do cajueiro-anão precoce (mm) para o 5° ano de desenvolvimento e em diversos meses, na Região de Pacajus, CE.

Ano	Mês					
	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
5°	102,6	120,4	124,5	130,5	123,1	126,8

- e) Pela equação 3, calcula-se o volume de água a ser aplicado diariamente por planta de cajueiro-anão precoce (Tabela 10), irrigado por microaspersão, no espaçamento 8 x 6 m;

**Tabela 10.** Volume de água aplicado no cajueiro-anão precoce (L/planta/dia) no 5° ano e em diversos meses, na Região de Pacajus, CE.

Ano	Mês					
	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
5°	120,8	141,7	151,4	153,6	149,7	149,2

- f) Para encontrar o tempo de irrigação, deve-se dividir os volumes encontrados na Tabela 10 pela vazão média dos microaspersores, nesse caso 52 L hora<sup>-1</sup> (Tabela 11).

**Tabela 11.** Tempo médio de irrigação no manejo de água (minutos).

Mês					
Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
139	163	175	177	173	172

## Referências Bibliográficas

ALVES, E.F. **Coeficiente de cultura e necessidades hídricas de mudas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) submetidas a diferentes lâminas de irrigação.** 1999. 65f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CRISÓSTOMO, L.A.; SANTOS, F.J. de S; OLIVEIRA, V.H.; VAN RAIJ, B.; BERNARDI, A.C. de C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 8).

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

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos.** 4. ed. Roma: FAO, 1984. 194p. (Estudio FAO: Riego y Drenaje, 24).

OLIVEIRA, V.H. **Caracterização de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) sob diferentes regimes hídricos.** 1999. 94f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

SAUNDERS, L.C.U.; OLIVEIRA, V.H.; PARENTE, J.I.G. **Irrigação em cajueiro anão precoce.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1995. 28p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 16).

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Riego localizado.** Roma: FAO, 1986. 203p.

## Apoio



### Circular Técnica, 15



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria Tropical**  
**Endereço:** Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici  
 CEP 60511-110 Fortaleza, Ceará  
**Fone:** (0xx85) 299-1800  
**Fax:** (0xx85) 299-1803 / 299-1833  
**E-mail:** negocios@cnpat.embrapa.br

1ª edição *online*: dezembro de 2003

### Comitê de Publicações

**Presidente:** *Oscarina Maria da Silva Andrade*  
**Secretário-Executivo:** *Marco Aurélio da Rocha Melo*  
**Membros:** *Francisco Marto Pinto Viana, Francisco das Chagas Oliveira Freire, Heloisa Almeida Cunha Filgueiras, Edneide Maria Machado Maia, Renata Tieko Nassu, Henriete Monteiro Cordeiro de Azeredo.*

### Expediente

**Supervisor editorial:** *Marco Aurélio da Rocha Melo*  
**Normalização bibliográfica:** *Rita de Cassia Costa Cid*  
**Revisão de texto:** *Maria Emília de Possídio Marques*  
**Editoração eletrônica:** *Arilo Nobre de Oliveira.*