

23

Circular
Técnica
on lineFortaleza, CE
Setembro, 2005**Autor**

Fábio Rodrigues de Miranda
Eng. agrôn., Ph.D.
Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Tel.: (0xx)85-32991912
fabio@cnpat.embrapa.br

Irrigacaju: Planilha Eletrônica para o Manejo da Irrigação na Produção Integrada de Caju

Introdução

De acordo com os princípios da produção integrada de frutas, a irrigação do cajueiro deve priorizar a utilização sustentável dos recursos naturais e o emprego de métodos e técnicas de manejo da irrigação que permitam otimizar a eficiência de uso da água, aumentar a produtividade, reduzir custos e minimizar possíveis impactos ambientais negativos associados à irrigação, tais como a salinização do solo e a contaminação de águas subterrâneas e de superfície.

O manejo da irrigação é definido como o processo de decisão de quando irrigar e quanto de água deve ser aplicada. Apesar de a irrigação ser uma prática essencial e afetar significativamente a produtividade, a qualidade do produto e o meio ambiente, o seu manejo na maioria dos casos é feito sem a utilização de métodos racionais de controle da quantidade de água aplicada. Não obstante a disponibilidade de inúmeros métodos de manejo da irrigação, a utilização desses métodos, na prática, ainda é limitada em virtude da dificuldade de obtenção dos dados necessários e da complexidade das decisões envolvidas.

Neste sentido, o uso de recursos da informática como programas (softwares) permite ao agricultor realizar o manejo da irrigação de forma tecnicamente correta, com maior simplicidade e rapidez. Além disso, as normas da Produção Integrada de Caju exigem que todas as práticas agrícolas sejam monitoradas e registradas. No caso da irrigação do cajueiro, a quantidade de água aplicada deve ser determinada de acordo com o clima e as exigências da cultura. Esse procedimento pode ser bastante simplificado utilizando-se uma planilha eletrônica específica para esse fim.

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivos:

- Disponibilizar uma planilha eletrônica, denominada IRRIGACAJU, para o manejo da irrigação do cajueiro-anão precoce irrigado por gotejamento ou microaspersão.
- Facilitar a tomada de decisões e o monitoramento das irrigações na Produção Integrada de Caju (PIF Caju).
- Descrever a metodologia do manejo da irrigação do cajueiro-anão utilizada na planilha IRRIGACAJU e como utilizar corretamente a planilha.

Metodologia

Manejo da irrigação do cajueiro

O manejo da irrigação realizado com o auxílio da planilha IRRIGACAJU pressupõe que o cajueiro-anão é irrigado por microaspersão ou gotejamento, que a irrigação é realizada apenas na estação seca, no período entre o florescimento e a colheita dos frutos, e que toda a água consumida pela cultura nesse período é suprida apenas pela irrigação. Essa situação ocorre nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, que concentram mais de 90% da área plantada com cajueiro no Brasil.

Na ausência de chuvas a lâmina d'água a ser aplicada na irrigação é dada por:

$$IRN = \frac{(Cc - Pm)}{10} \times Da \times Z \times f$$

Em que:

IRN = lâmina de irrigação real necessária, em mm.

Cc = capacidade de campo, % em peso.

Pm = ponto de murcha permanente, % em peso.

Da = densidade aparente do solo, em g/cm³

f = fator de disponibilidade da água no solo, decimal.

Z = Profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

No cálculo do volume de água a ser aplicado na primeira irrigação do cajueiro, assumiu-se na planilha IRRIGACAJU que a mesma ocorrerá no mínimo 20 dias após o término da estação chuvosa e que 70% da disponibilidade total da água na zona radicular foi consumida pela cultura (f=0,7). Nesse caso, a lâmina de água aplicada na primeira irrigação deverá ser suficiente para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo, na área molhada pelo(s) emissor(es), até a profundidade efetiva do sistema radicular. Desse modo, o volume de água a ser aplicado na primeira irrigação é dado por:

$$V = \frac{IRN}{Ea} \times \frac{(D^2 \times \pi)}{4} \times n$$

Em que:

V = volume de água por planta, em L.

IRN = lâmina de irrigação real necessária, em mm.

Ea = eficiência de aplicação do sistema de irrigação, decimal.

D = diâmetro molhado do(s) emissor(es), em m.

n = número de emissores por planta.

Nas irrigações seguintes assumiu-se que para os sistemas de irrigação localizada, que podem aplicar água com alta frequência, a umidade do solo pode ser mantida próximo à capacidade de campo, através da aplicação freqüente de água a uma taxa equivalente a evapotranspiração da cultura (ETc). Nesse caso, o volume de água a ser aplicado por irrigação será dado por:

$$V = \frac{ETo \times Kc \times Kr \times A \times Tr}{Ea}$$

Em que:

V = volume de água a ser aplicado na irrigação, em L/pl.

ETo = evapotranspiração de referência, em mm/dia.

Kc = coeficiente de cultivo, adimensional.

Kr = coeficiente de redução da evapotranspiração, adimensional.

A = área ocupada por planta, em m².

Tr = turno de rega, em dias.

Ea = eficiência de aplicação do sistema de irrigação, decimal.

A evapotranspiração de referência (ETo) pode ser estimada a partir dos dados climáticos diários da região, sendo o método FAO Penman-Monteith, descrito por Allen et al. (1998), o mais recomendado para o seu cálculo. O método FAO Penman-Monteith requer dados diários de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. Caso o produtor não disponha desses dados, podem ser utilizados o método do tanque classe A (Fig. 1) ou tabelas com valores médios de ETo para a região. A planilha IRRIGACAJU permite determinar a ETo diária a partir de qualquer um dos três métodos citados. Na Tabela 1, são apresentados valores médios de ETo para alguns municípios do Ceará e do Rio Grande do Norte.



Foto: Vitor Hugo de Oliveira

Fig. 1. Tanque classe A utilizado para o manejo da irrigação de culturas.

Tabela 1. Valores médios de evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo método FAO Penman-Monteith, para alguns municípios do Ceará e do Rio Grande do Norte.

Municípios	Evapotranspiração de referência (ET _o) (mm/dia)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Mossoró-RN, Assu-RN	6,0	5,0	3,8	3,5	3,6	4,0	4,8	6,1	6,8	6,9	6,8	6,4
Acaraú, Bela Cruz, Marco, Morrinhos	5,4	5,1	4,1	4,3	4,3	5,1	5,5	6,7	7,1	7,2	7,0	6,4
Aracati, Fortim, Icapuí, Beberibe	6,3	5,9	5,2	4,9	4,6	4,5	6,0	7,0	6,8	6,9	5,5	5,3
Jaguaruana, Quixeré, Palhano	6,2	5,3	4,5	4,4	4,2	4,6	5,2	6,3	7,0	7,4	7,1	6,5
Morada Nova, Limoeiro do Norte, Russas	6,7	5,6	4,9	4,6	4,6	4,7	5,3	6,3	7,3	7,7	7,7	7,3
Paraipaba, Paracuru, Trairi	4,4	4,5	3,9	3,8	3,8	3,8	4,2	4,8	5,4	5,4	5,3	5,0

Fonte: Cabral (2000).

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de coeficiente de cultivo (K_c) e de coeficiente de redução da evapotranspiração (K_r) para o cajueiro-anão. O coeficiente K_r deve ser definido a partir do coeficiente de cobertura do solo (CS), que representa porcentagem da superfície do solo coberta pela cultura, ou a partir da porcentagem da superfície do solo molhada na irrigação, o que for maior. A fim de reduzir as perdas de água por evaporação, recomenda-se reduzir o diâmetro molhado dos microaspersores para cerca de 1 m no primeiro e segundo anos após o plantio do cajueiro-anão.

O turno de rega (Tr) ou frequência das irrigações depende da capacidade de retenção de água do solo e da evapotranspiração da cultura, e pode ser calculado por:

$$Tr = \frac{(Cc - Pm) \times Da \times Z \times f}{10 \times ETc}$$

Em que:

TR = turno de rega, em dias.

Cc = capacidade de campo, % em peso.

Pm = ponto de murcha permanente, % em peso.

Da = densidade aparente do solo, em g/cm³.

Z = Profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

f = fator de disponibilidade da água no solo, decimal.

ETc = evapotranspiração da cultura, em mm/dia.

Tabela 2. Coeficientes de cobertura do solo (CS), de cultivo (K_c) e de redução da evapotranspiração em função da cobertura do solo (K_r) para o cajueiro-anão.

Coeficiente	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano em diante
CS (%)	5 a 10	10 a 25	25 a 40	40 a 50	60 a 65
K _c	0,50	0,55	0,55	0,60	0,65
K _r	0,10 a 0,20	0,20 a 0,30	0,30 a 0,50	0,50 a 0,70	0,70 a 0,80

Fonte: Oliveira et al. (2001).

Utilização da planilha IRRIGACAJU

O IRRIGACAJU foi desenvolvido como planilha eletrônica do Microsoft Excel e é constituído por cinco planilhas:

1. Dados
2. ET Caju
3. ET Caju EV
4. CUD
5. Tabela ETo

Para utilizar o IRRIGACAJU o usuário deve, primeiramente, entrar com os dados da cultura, do solo e do sistema de irrigação na planilha Dados. Essas informações serão utilizadas nos cálculos do volume e do tempo de irrigação do cajueiro-anão nas planilhas ET Caju e ET Caju EV.

A planilha ET Caju destina-se ao cálculo do volume de água a ser aplicado e do tempo de irrigação do cajueiro-anão, utilizando-se como dados de entrada valores médios da evapotranspiração de referência (ET_o) ou dados diários de temperatura, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento. Na planilha Tabela ETo, é apresentada uma tabela com valores médios da evapotranspiração de referência (ET_o) para alguns municípios do Ceará e do Rio Grande do Norte.

A planilha ET Caju EV destina-se ao cálculo do volume de água e do tempo de irrigação do cajueiro-anão, utilizando-se como dados de entrada valores da evaporação do tanque classe A.

A planilha CUD permite calcular o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) do sistema de irrigação, a partir de medições das vazões dos emissores no campo.

Em todas as planilhas os campos a serem preenchidos pelo usuário encontram-se na cor azul e os resultados dos cálculos executados pela planilha são mostrados nos campos em amarelo. Comentários sobre os dados requeridos e o significado dos resultados podem ser acessados posicionando-se o mouse sobre os marcadores de cor vermelha no canto superior direito dos campos da planilha.

Todos os campos das planilhas, exceto os campos de entrada de dados (em azul), são protegidos, não podendo ser alterados pelo usuário. Essa proteção reduz o risco de as fórmulas serem acidentalmente alteradas ou apagadas durante a utilização da planilha. As descrições sobre como utilizar cada planilha são apresentadas a seguir.

Planilha Dados

Na planilha Dados o usuário deve preencher todos os campos em azul conforme indicado na Fig. 2. Durante o preenchimento recomenda-se atenção especial às unidades de cada campo.

Nos dados da cultura, a latitude e a longitude do local devem ser informadas em graus, não sendo necessário colocar os minutos e os segundos. A altitude do local, o espaçamento da cultura (distância entre fileiras e plantas na fileira) e o diâmetro da copa dos cajueiros devem ser informados em metros. O diâmetro da copa dos cajueiros deve ser medido no campo, pelo menos uma vez ao ano, calculando-se a média de no mínimo dez plantas.

IRRIGACAJU		
<i>Planilha para o cálculo do volume de água e do tempo de irrigação para o cajueiro-anão irrigado por microaspersão ou gotejamento</i>		
Autor: Fábio Rodrigues de Miranda - Pesquisador - Embrapa Agroindústria Tropical		
Dados da cultura		
Latitude do local	3	Graus
Longitude do local	39	Graus
Altitude do local	23	m
Distância entre fileiras de plantas	7	m
Distância entre plantas na fileira	7	m
Diâmetro da copa dos cajueiros	5	m
Profundidade efetiva do sistema radicular	50	cm
Dados do solo		
Capacidade de campo (CC)	11	% em peso
Ponto de murcha permanente (PMP)	6	% em peso
Densidade aparente	1,4	g/cm ³
Dados do sistema de irrigação		
Número de emissores por planta	1	Unid.
Diâmetro molhado dos emissores	4	m
Vazão do emissor	50	L/h
Eficiência do sistema de irrigação	90	%
Porcentagem do solo umedecida na irrigação	26	%
PRIMEIRA IRRIGAÇÃO		
Volume de água (litros / planta)	342	Tempo de Irrigação
		Horas Minutos
		6 51
Turno de rega	1	dia

Figura 2. Planilha Dados para entrada de dados da cultura, do solo e do sistema de irrigação.

A profundidade efetiva do sistema radicular, ou seja, a profundidade do solo que contém pelo menos 80% das raízes absorventes da cultura, deve ser informada na planilha em centímetros. Estudos realizados em solos profundos da Região Litorânea do Ceará, com plantas adultas de cajueiro-anão irrigado, mostraram que 80% das raízes absorventes concentram-se até a profundidade de 60 cm. Menores valores de profundidade efetiva podem ocorrer para plantas de cajueiro jovens ou quando o solo apresentar camadas adensadas próximo à sua superfície.

A capacidade de campo e o ponto de murcha permanente do solo devem ser informados em termos de porcentagem em peso e a densidade aparente do solo em termos de gramas por centímetro cúbico. Esses dados devem ser obtidos a partir de análises de amostras de solo realizadas em laboratórios.

Com relação ao sistema de irrigação, devem ser informados o número de microaspersores ou gotejadores por planta, o diâmetro molhado de cada emissor (em metros), a vazão do emissor (em litros por hora) e o coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação (em porcentagem).

Após a entrada dos dados da cultura, do solo e do sistema de irrigação, o programa mostrará ao usuário nos campos em amarelo os seguintes resultados: a porcentagem da superfície do solo umedecida nas irrigações, o volume de água a ser aplicado na primeira irrigação (em litros), o tempo de irrigação (em horas e minutos) e o turno de rega (em dias) recomendado para as condições do cultivo.

Os resultados do volume de água e do tempo de aplicação mostrados na planilha Dados referem-se à primeira irrigação após a estação chuvosa. O volume de água indicado deve ser aplicado caso a primeira irrigação seja realizada pelo menos 20 dias após a última chuva superior a 15 mm.

A partir da primeira irrigação, o volume de água e o tempo de aplicação devem ser calculados utilizando-se as planilhas ET Caju ou ET Caju EV.

No cálculo do turno de rega do cajueiro-anão, mostrado na planilha DADOS, utilizou-se um fator de disponibilidade da água no solo (f) igual a 0,3. Nas condições da Região Nordeste do Brasil, o turno de rega para o cajueiro-anão irrigado por microirrigação, geralmente, varia entre um dia para solos arenosos a até quatro dias para solos argilosos.

Planilha ET Caju

A planilha ET Caju deve ser utilizada quando o usuário desejar calcular o volume e o tempo de irrigação do cajueiro-anão utilizando valores médios da evapotranspiração de referência (ET_o) ou dados diários de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento.

De preferência deve-se utilizar dados climáticos diários, que permitem um cálculo mais preciso da evapotranspiração da cultura. Esses dados podem ser obtidos de estações climatológicas próximas ao local do cultivo ou pela internet em sítios de instituições públicas como a Embrapa (www.cnpat.embrapa.br), a Funceme (www.funceme.br) e a Esam (www.esam.br).

Um exemplo da utilização da planilha ET Caju com dados climáticos diários é apresentado na Fig. 3. Primeiramente, o usuário deve ir até a linha correspondente a data atual na primeira coluna e entrar com os dados climáticos nos campos em azul, conforme indicado na planilha. Não é necessário preencher a coluna "ET_o Média" quando forem utilizados os dados climáticos diários. Deve-se observar com atenção as unidades de entrada dos parâmetros climáticos, principalmente a radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) e a velocidade do vento (km d^{-1}).

Planilha para o cálculo do volume e tempo de irrigação diários do cajueiro-anão												
Autor: Fábio Rodrigues de Miranda - Pesquisador - Embrapa Agroindústria Tropical												
Data	DADOS DE ENTRADA						RESULTADOS					
	ET _o Média	Temp. Máxima	Temp. Mínima	Umidade Relativa	Radiação Solar	Veloc. Vento	Cob. do solo	ET Ref.	ET Caju	Volume planta/dia	Tempo de Irrigação	
	(mm)	(C°)	(C°)	(%)	$\text{MJ/m}^2/\text{d}^1$	(km/d)	(%)	(mm)	(mm)	(litros)	(horas)	(minutos)
1-jan	31,1	24,0	82,8	22,2	250,5	40	4,7	1,2	67	1	20	
2-jan		31,5	23,7	81,7	23,8	232,7	40	5,0	1,3	71	1	25
3-jan		31,6	22,5	80,0	23,1	294,0	40	5,0	1,3	71	1	25
4-jan		31,9	23,4	70,0	22,4	312,0	40	5,6	1,5	80	1	36
5-jan		31,7	22,9	61,0	21,1	217,6	40	5,5	1,4	78	1	33
6-jan		31,6	24,9	62,0	21,8	248,6	40	5,8	1,5	82	1	39
7-jan		31,2	22,9	73,0	22,2	270,0	40	5,2	1,4	74	1	29
8-jan		32,5	21,5	78,0	21,0	220,0	40	4,7	1,2	67	1	20
9-jan		32,0	22,0	68,0	22,5	240,0	40	5,4	1,4	77	1	32
10-jan		32,2	23,5	65,0	23,0	270,0	40	5,9	1,5	83	1	40
11-jan		33,0	23,0	60,0	23,5	280,0	40	6,3	1,7	90	1	48
12-jan		31,7	21,9	65,0	21,1	225,0	40	5,3	1,4	75	1	30

Fig. 3. Exemplo da utilização da planilha ET Caju com dados diários de temperatura, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento.

Como resultados, o programa informa ao usuário (campos em amarelo) a porcentagem de cobertura do solo da cultura, a evapotranspiração de referência (ET_o) diária, a evapotranspiração da cultura (ET_c), o volume de água por planta e os tempos de aplicação diários.

Se o turno de rega utilizado for maior que um dia, o usuário deve somar os tempos de irrigação diários e aplicar o tempo acumulado no dia da irrigação. No exemplo mostrado na Fig. 3, se a irrigação for realizada a cada dois dias, o tempo de aplicação no dia 03/jan será de 2 h e 45 min (1 h e

20 min do dia 01/jan mais 1 h e 25 min do dia 02/jan).

Caso o usuário não disponha dos dados climáticos diários, a planilha ET Caju pode ser utilizada digitando-se apenas o valor médio da evapotranspiração de referência (ET_o) do mês em questão na coluna "ET_o Média", conforme ilustrado na Fig. 4. Nesse caso, não é necessário preencher os campos referentes aos dados climáticos. Valores médios da ET_o para alguns municípios do Ceará e do Rio Grande do Norte são apresentados na planilha "Tabela ET_o".

Planilha para o cálculo do volume e tempo de irrigação diários do cajueiro-anão												
Autor: Fábio Rodrigues de Miranda - Pesquisador - Embrapa Agroindústria Tropical												
DADOS DE ENTRADA							RESULTADOS					
Data	ET _o Média	Temp. Máxima	Temp. Mínima	Umidade Relativa	Radiação Solar	Veloc. Vento	Cob. do solo	ET Ref.	ET Caju	Volume planta/dia	Tempo de Irrigação	
	(mm)	(C°)	(C°)	(%)	MJ/m ² /d ¹	(km/d)	(%)	(mm)	(mm)	(litros)	(horas)	(minutos)
1-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
2-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
3-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
4-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
5-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
6-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
7-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
8-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
9-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
10-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
11-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32
12-jan	5,4						40	5,4	1,4	77	1	32

Fig. 4. Exemplo da utilização da planilha ET Caju com valores médios de evapotranspiração de referência (ET_o).

Planilha ET Caju EV

A planilha ET Caju EV deve ser utilizada quando o usuário desejar calcular o volume de água e o tempo de irrigação do cajueiro-anão a partir da evaporação diária do tanque classe A.

Inicialmente, deve-se digitar nos campos em azul os valores médios da umidade relativa e da velocidade do vento da região e o raio da cobertura vegetal ao redor do tanque. Esses valores são necessários para o cálculo do

coeficiente do tanque classe A (Kt). Caso o tanque esteja instalado em solo nu, deve-se entrar com o valor zero para o raio de bordadura.

A seguir, o usuário deve digitar o valor da evaporação do tanque classe A no dia em questão (Fig. 5). Os resultados do volume de água a ser aplicado por dia e do tempo de irrigação necessário são apresentados nos campos em amarelo, assim como os valores do coeficiente do tanque classe A, da cobertura do solo, da evapotranspiração de referência e da evapotranspiração do cajueiro-anão.

ET Caju EV: Planilha para o cálculo do volume de água e do tempo de irrigação diários do cajueiro-anão a partir da evaporação do tanque classe A

Umidade relativa do ar	65	%
Velocidade média do vento	320	Km/d
Raio de bordadura do tanque	1	m

Data	Evaporação do tanque	Coef. de tanque	Cobertura do solo	ET referência	ET cajueiro	Volume planta/dia	Tempo de irrigação	
	(mm)						(Kt)	(%)
1-jan	9,0	0,65	40	5,9	1,5	83	1	40
2-jan	9,0	0,65	40	5,9	1,5	83	1	40
3-jan	8,0	0,65	40	5,2	1,4	74	1	29
4-jan	8,5	0,65	40	5,6	1,4	79	1	35
5-jan	8,4	0,65	40	5,5	1,4	78	1	34
6-jan	8,7	0,65	40	5,7	1,5	81	1	37
7-jan	8,2	0,65	40	5,4	1,4	76	1	31
8-jan	8,4	0,65	40	5,5	1,4	78	1	34
9-jan	8,1	0,65	40	5,3	1,4	75	1	30

Fig. 5. Cálculo do volume e do tempo de irrigação do cajueiro-anão, utilizando-se valores da evaporação do tanque classe A na planilha ET Caju EV.

Planilha CUD

A planilha CUD deve ser utilizada para a determinação do coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação localizada (CUD). Para isso deve-se, primeiramente, realizar a medição da vazão dos emissores no campo, conforme o esquema mostrado na Fig. 6.

De acordo com a metodologia proposta por Vermeirein & Jobling (1986), na medição da vazão dos emissores deve-se seguir os seguintes passos:

1. Entre os módulos ou setores do sistema de irrigação escolher aquele que melhor represente as condições médias de funcionamento do sistema.
2. Dentro desse setor escolher quatro linhas laterais ao longo da linha de derivação: uma no início, uma no final e outras duas entre elas, situadas a igual distância.
3. Em cada uma das quatro linhas laterais, medir a vazão de dois emissores (microaspersores ou gotejadores) contíguos, situados em quatro pontos da linha lateral: no início, a 1/3 do comprimento, a 2/3 e no final da lateral. No total são medidas as vazões de 32 emissores.

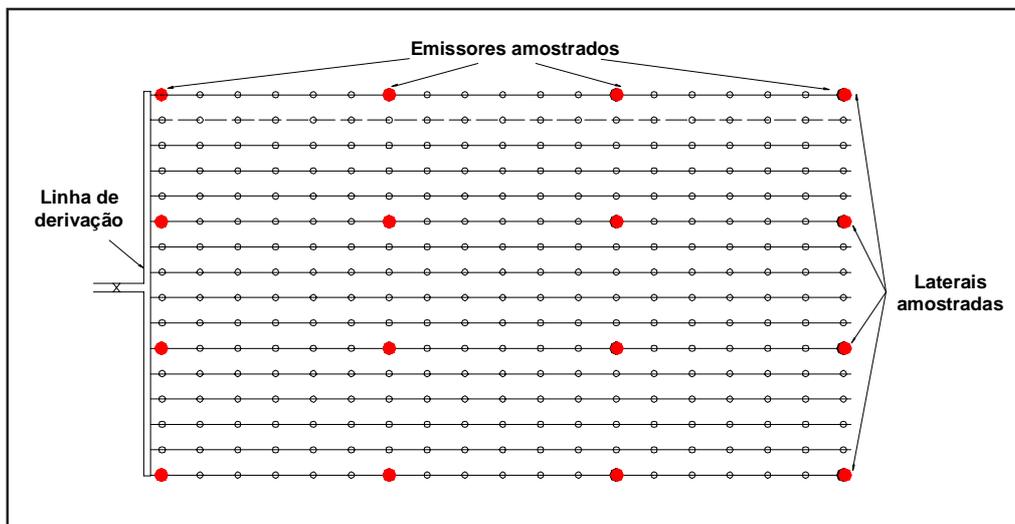


Fig. 6. Esquema de amostragem dos emissores para a determinação do coeficiente de uniformidade da irrigação localizada (CUD).

A seguir, os valores do volume do recipiente utilizado na medição da vazão (em litros) e os respectivos tempos gastos para encher o recipiente em cada emissor (em segundos) são digitados na planilha CUD (Fig. 7).

A planilha CUD calcula automaticamente a vazão média dos pares de emissores em cada posição ao longo das laterais, a vazão média de todos os emissores (q_{med}), a média dos quatro valores de vazão mais baixos ($q_{25\%}$) e o coeficiente de uniformidade da irrigação localizada (CUD), utilizando a equação:

$$CUD = \left(\frac{q_{25\%}}{q_{med}} \right) * 100$$

Referências

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**. Rome:FAO, 1998. 299p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

CABRAL, R.C. **Evapotranspiração de referência de Hargreaves (1974) corrigida pelo método de Penman-Monteith/FAO (1991) para o Estado do Ceará**. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

OLIVEIRA, V.H.; SANTOS, F.J.S.; CRISÓSTOMO, L.A. **Fertirrigação em cajueiro-anão precoce**. *Item*, Brasília, n. 50, p. 52-7, 2001.

VERMEIREIN, L.; JOBLING, G.A. **Riego localizado**.

Roma:FAO, 1986. 197p. (Estudio FAO Riego y Drenaje, 36).

Determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) do sistema de irrigação							
Posição da linha lateral	Posição do emissor	Volume de agua (L)	Tempo (s)	Vazão (L/h)	Vazão média (L/h)		
No início da linha de derivacao	No início da lateral	2	136	52,9	53,3		
		2	134	53,7			
	1/3 da lateral		2	121	59,7	59,4	
			2	122	59,0		
	2/3 da lateral		2	109	66,3		62,2
			2	124	58,1		
No final da lateral		2	118	61,0	61,8		
		2	115	62,6			
Situada a 1/3 do comprimento da linha de derivacao	No início da lateral	2	131	55,1	57,6		
		2	120	60,0			
	1/3 da lateral		2	115	62,8	59,8	
			2	127	56,9		
	2/3 da lateral		2	117	61,7		59,2
			2	127	56,7		
No final da lateral		2	121	59,3	59,3		
		2	121	59,3			
Situada a 2/3 do comprimento da linha de derivacao	No início da lateral	2	135	53,3	53,9		
		2	132	54,5			
	1/3 da lateral		2	115	62,8	60,8	
			2	123	58,7		
	2/3 da lateral		2	125	57,4		57,4
			2	125	57,4		
No final da lateral		2	136	52,9	57,9		
		2	115	62,8			
No Final da linha de derivacao	No início da lateral	2	129	55,8	54,2		
		2	137	52,6			
	1/3 da lateral		2	140	51,4	49,7	
			2	150	48,0		
	2/3 da lateral		2	135	53,2		52,7
			2	138	52,2		
No final da lateral		2	149	48,5	48,2		
		2	150	48,0			
				Vazão média (L/h)	56,7		
				Coef. de uniformidade de distribuição (CUD, %)	89,9		

Fig. 7. Planilha CUD utilizada para calcular o coeficiente de uniformidade de distribuição do sistema de irrigação localizada.

Circular Técnica, 23



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Agroindústria Tropical
 Endereço: Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici
 Fone: (0xx85) 3299-1800
 Fax: (0xx85) 3299-1803 / 3299-1833
 E-mail: negocios@cnpat.embrapa.br

1ª edição: (2005) *on line*

Comitê de Publicações

Presidente: Valderi Vieira da Silva
 Secretário-Executivo: Marco Aurélio da Rocha Melo
 Membros: Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, Marlos Alves Bezerra, Levi de Moura Barros, José Ednilson de Oliveira Cabral, Oscarina Maria Silva Andrade e Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira.

Expediente

Supervisor editorial: Marco Aurélio da Rocha Melo
 Normalização bibliográfica: Ana Fátima Costa Pinto
 Revisão de texto: Maria Emília de Possídio Marques
 Editoração eletrônica: Arilo Nobre de Oliveira.