



Foto: Mauricio Antonio Coelho Filho

COMUNICADO  
TÉCNICO

172

Cruz das Almas, BA  
Abril, 2020



# Irrigação da cultura da mandioca

Mauricio Antonio Coelho Filho

# Irrigação da cultura da mandioca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mauricio Antonio Coelho Filho, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem), pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia.

## Introdução

Apesar da cultura da mandioca ser predominantemente cultivada em sistemas de sequeiro, implicando que as datas de plantio, colheitas e duração do ciclo dependam principalmente do regime de chuvas, os benefícios do cultivo irrigado têm despertado grande interesse dos produtores. O uso de irrigação tem interessado principalmente aos produtores que destinam a sua produção ao consumo in natura (aipim ou macaxeira). Entretanto, em perímetros irrigados, é prática também na produção familiar, visando à agregar valor com produção de derivados. Isso porque há aumento da produtividade e, principalmente, garantia de qualidade do produto e precocidade de colheita. Isso não exclui a importância da técnica para a indústria, que também pode se beneficiar da precocidade e do aumento dos rendimentos no total de matéria seca (amido) por hectare com o uso da técnica.

Muitos são os fatores (solo, clima, manejo da cultura, sistema de irrigação, dentre outros) que afetam o manejo de irrigação. Tendo em vista a carência de textos que abordem o tema para a cultura da mandioca, o presente visa informar principalmente ao produtor irrigante os principais aspectos básicos do cultivo de mandioca irrigado, como orientador para os cálculos de irrigação e tomada de decisão.

## Principais benefícios da irrigação para mandioca

- Propicia rendimentos elevados e qualidade da raiz, independentemente da variabilidade das chuvas.
- Cultura responde muito à lâmina de irrigação aplicada, garantindo uma elevada eficiência de uso de água aos oito meses (kg de raiz/m<sup>3</sup> de água).
- Elevada qualidade de raiz para o consumo in natura ou para a indústria.
- Permite a programação de plantio e o escalonamento de colheita, independente do clima da região, salvo para plantios e colheitas em períodos com excesso de água e plantios em períodos muito frios.
- Favorece a colheita precoce das raízes, com seis a oito meses, dependendo da região cultivada e da variedade.
- Produtividade esperada aos 8 meses em região subúmida: médias de 25 ton/ha (máximos de 45 ton/ha e

mínimos de 11 ton/ha), variações dependentes da variedade, solo, época de plantio e variabilidade de chuvas.

- Produtividade esperada aos 10 meses em região subúmida: médias de 40 ton/ha (máximos de 60 ton/ha e mínimos de 20 ton/ha), variações dependentes da variedade, do solo, da época de plantio e da variabilidade de chuvas.
- Possibilidade de antecipação de plantio em regiões subúmidas e programação de colheita no momento de máximo valor agregado da raiz.
- Benefícios à cultura da mandioca são estendidos às culturas consorciadas.

Importante salientar que todas as vantagens potenciais da técnica da irrigação, especialmente relacionados ao aumento da produtividade e da qualidade do produto, dependem também de

outros fatores agronômicos integrados no sistema de produção da cultura. É necessário que os mesmos sejam bem controlados e manejados, garantindo fertilidade do solo, vigor da planta, sanidade e meios para que os aumentos em produtividade sejam revertidos nos ganhos econômicos e sociais esperados.

## Necessidades de irrigação durante o ciclo da cultura

As necessidades de irrigação da mandioca dependem do clima da região, da época de plantio, dos sistemas de irrigação, dos espaçamentos de plantio, dos sistemas de cultivo (consórcio ou solteiro), do manejo de água e solo. O crescimento da planta nas principais fases do ciclo é principalmente dependente da temperatura ambiental (energia disponível) e da disponibilidade de água no solo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Duração do ciclo da cultura e das fases fenológicas de mandioca irrigada.

Ciclo	Fase I	Fase II (crítica)	Fase III	Fase 4
12 (meses)	30	120	150	60
Acumulado	30	150	300	360

Fase 1: Plantio e emergência completa, crescimento de raízes e parte aérea dependente da reserva na maniva.

Fase 2: Crescimento vegetativo mais intenso com o seu máximo IAF aproximadamente aos 150 dias após o plantio; formação do sistema radicular, crescimento de raízes fibrosas responsáveis pela absorção de água e nutrientes, formação de raízes de reserva. Período mais crítico em relação ao déficit hídrico, pois coincide com o início de tuberização radicular e acúmulo de reservas.

Fase 3: A partir da fase de máximo crescimento vegetativo, ocorre translocação de carboidratos para as raízes, aumentando o acúmulo de matéria seca nas raízes de reserva, senescência foliar e queda de folhas.

Fase 4: Dormência.

No período de emergência (Fase I), tanto o secamento quanto o excesso prolongado da água no solo afetam negativamente a germinação das plantas. Com a prática da irrigação, é possível eliminar problemas de déficit de água no solo, aumentando-se sua frequência nessa fase. Com relação ao excesso de água, é preciso evitar plantio em épocas frias e chuvas constantes, principalmente em solos com textura mais fina.

Os efeitos negativos do déficit de água no solo também são altos nos

quatro meses seguintes, quando o crescimento vegetativo é mais intenso, merecendo maior atenção do produtor (Oliveira et al., 1982). A planta eleva o consumo de água diário ( $ET_c$  -  $mm\ dia^{-1}$ ) na Fase II a partir dos 40 dias após o plantio ( $K_c = 0,56$ ) até os 120 dias após este ( $K_c = 0,98$ ), quando o crescimento vegetativo é intenso. A partir desse ponto, as necessidades vão sendo reduzidas, com os valores de  $K_c$  diminuindo até 300 dias após o plantio, ficando constante ( $K_c = 0,5$ ) até 360 dias (Tabela 2).

**Tabela 2.** Cálculos aproximados das necessidades de irrigação (mm), sendo a lâmina de irrigação (LI) a própria evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ).

Dias após plantio	Evapotranspiração de referência ( $ET_o - mm.dia^{-1}$ )*							
	Z	$K_c$	2	3	4	5	6	7
0-20	10	0,55	1,10	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85
20-40	20	0,56	1,12	1,68	2,24	2,8	3,36	3,92
40-60	40	0,61	1,22	1,83	2,44	3,05	3,66	4,27
60-80	50	0,74	1,48	2,22	2,96	3,7	4,44	5,18
80-100	50	0,9	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30
100-120	50	0,98	1,96	2,94	3,92	4,9	5,88	6,86
120-140	50	0,93	1,86	2,79	3,72	4,65	5,58	6,51
140-160	50	0,86	1,72	2,58	3,44	4,3	5,16	6,02
160-180	50	0,78	1,56	2,34	3,12	3,9	4,68	5,46
180-200	50	0,72	1,44	2,16	2,88	3,6	4,32	5,04
200-220	50	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9
220-240	50	0,67	1,34	2,01	2,68	3,35	4,02	4,69
240-260	50	0,65	1,3	1,95	2,6	3,25	3,9	4,55
260-280	50	0,61	1,22	1,83	2,44	3,05	3,66	4,27
280-300	50	0,56	1,12	1,68	2,24	2,8	3,36	3,92
300-360	50	0,55	1,1	1,65	2,2	2,75	3,3	3,85

Evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) =  $K_c * ET_o$ ; z é a profundidade efetiva do sistema radicular (cm) para fins de cálculo de irrigação. Fonte: Coelho Filho et al. (2008); Coelho Filho et al. (2009).

## Sistemas de irrigação para mandioca

Qualquer sistema de irrigação pode ser utilizado para irrigar a cultura da mandioca. A escolha vai depender das condições de solo, do clima da região, do manejo da cultura e dos custos envolvidos. A disponibilidade de recursos hídricos também deve ser levada em consideração na seleção do método de irrigação. Os sistemas por aspersão são os mais utilizados na prática, pelo baixo

custo comparativo, pela flexibilidade e por atender o plantio consorciado.

## Características de distribuição de água pelo sistema e implicações no manejo de irrigação

**Aspersão (Figura 1):** Molha toda superfície do solo, simulando um evento de chuva.



Foto: Maurício Antonio Coelho Filho

**Figura 1.** Detalhe de consórcio mandioca e feijão caupi irrigados por aspersão convencional. Solo de textura média, clima subúmido seco.

O consumo de água é mais elevado que o sistema localizado de irrigação por gotejamento; produtividades muito dependentes da eficiência de distribuição de água; turno de rega deve ser menos frequente e dependente da característica do solo (máximo duas vezes por semana); lâmina aplicada por evento mais elevada; adapta-se a qualquer espaçamento de plantas e arranjos; adapta-se perfeitamente ao consórcio de culturas; consórcio em fileiras duplas é mais adequado para sistemas irrigados; não consorciada, as produtividades da mandioca são similares, independentemente do arranjo; plantio da cultura consorciada deverá ser realizada até a germinação

da mandioca; quando consorciada, a lâmina de irrigação até 120 dias deve ser calculada com base nas necessidades da cultura consorciada adubação pode ser realizada via sólida, sem limitações; permite o parcelamento de adubo sem restrição; controle de mato mais frequente comparado ao sistema localizado por gotejamento (depende da distribuição de chuvas da região) (Coelho Filho et al., 2017; Coelho Filho et al., 2009).

**Irrigação por microaspersão (Figura 2): o espaçamento deve permitir que toda superfície do solo seja molhada.**

Foto: Maurício Antonio Coelho Filho



**Figura 2.** Detalhe de consórcio mandioca e feijão caupi irrigados por sistema de irrigação por microaspersão, posicionados entre fileiras duplas. Solo de textura média, clima subúmido seco.

Utilizar microaspersores com maior vazão e raio molhado para diminuir o número de emissores por área; adaptar-se melhor ao plantio de fileiras duplas; possíveis problemas de interceptação de água pelas folhas das plantas podem reduzir a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação; linha de microaspersores devem ser posicionados entre as fileiras duplas permitindo melhor distribuição de água; consumo de água igual à aspersão, pois toda superfície do solo é molhada; consórcio de culturas é viável, assim como a aspersão;

adubação pode ser realizada via sólida ou fertirrigações; como parte do solo (entre as fileiras duplas) estará com o consórcio ou solo com ervas daninhas, melhor aplicar via sólida inicialmente e fertirrigação após terceiro mês a cada 15 dias; controle de mato assim como realizado para aspersão; necessidades de filtragem da água de irrigação antes do setor irrigado.

**Irrigação por gotejamento (Figura 3): molha parte do solo, forma bulbo molhado em faixa contínua.**



Foto: Maurício Antonio Coelho Filho

**Figura 3.** Detalhe de mandioca sendo irrigada por gotejamento em solo arenoso e condições semiáridas.

Custo mais elevado para implantação; consumo de água é menor que a aspersão e que a microaspersão; necessidades reduzidas de mão de obra comparada aos sistemas de aspersão convencional (portátil e semiportátil); mais adaptado aos solos de textura média; turno de rega deve ser realizado com maior frequência e dependente da característica do solo (irrigações diárias no primeiro mês para solos arenosos); lâmina aplicada por evento reduzida; elevada uniformidade de aplicação da lâmina; adapta-se melhor ao espaçamento em fileira simples, nessa condição independe do tipo de solo; não adaptado ao consórcio de culturas (necessidades de linhas adicionais para os consorciados); aplicação de fertilizantes deve ser via água de irrigação; frequência pode ser quinzenal até dos 30 aos 150 dias após o

plântio; necessidades de água de melhor qualidade, sendo necessários procedimentos de filtragem antes de chegar no setor irrigado.

## Manejo de irrigação

Para realização de um adequado manejo de irrigação é necessário um mínimo de conhecimento de características do solo, da influência dos elementos meteorológicos (atmosfera) e de respostas das plantas a esses fatores ambientais.

## Solo

Conhecimento da textura do solo e de suas propriedades físico-hídricas (capacidade de campo e ponto de murcha permanente (Tabela 3)).

**Tabela 3.** Valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível em % volume para diferentes classes texturais de solo.

Textura	Capacidade de campo		Ponto de murcha		Água disponível	
	Média	Faixa	Média	Faixa	Média	Faixa
<b>Arenosa</b>						
Areia franca	14	11-19	06	03-10	08	06-12
<b>Moderadamente arenosa</b>						
Franco-arenoso	23	18-28	10	06-16	13	11-15
<b>Média</b>						
Franco	26	20-30	12	07-16	15	11-18
Franco-siltoso	30	22-36	15	09-21	15	11-19
<b>Moderadamente fina</b>						
Franco-argilo-siltoso	34	30-37	19	17-24	15	12-18
<b>Fina</b>						
Argiloso	36	32-39	21	19-24	15	10-20

Fonte: Jensen et al. (1990)

# Atmosfera

É importante o conhecimento diário da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub> - mm). A ET<sub>o</sub> pode ser obtida diretamente por uma estação meteorológica, com base em leituras horárias dos principais elementos meteorológicos (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade de vento e radiação solar); ou estimada por modelos simplificados, a exemplo de Hargreaves-Samani (1985), quando é necessário apenas o monitoramento da temperatura máxima (T<sub>máx</sub>), da temperatura mínima (T<sub>mín</sub>) e da temperatura média (T<sub>med</sub>) do ar em °C.

$$ET_o = 0,0023 * R_o * (T_{max} - T_{min})^{0,5} * (T_{med} + 17,8)$$

Os valores da radiação solar extraterrestre (R<sub>o</sub> – mm dia<sup>-1</sup>) podem ser calculados ou obtidos em tabelas (livros de agrometeorologia) e variam em função da latitude onde se encontra a propriedade e o dia do ano. As variações são maiores quanto mais distante do Equador, exemplo: de 13,6 mm dia<sup>-1</sup> a 15,5 mm dia<sup>-1</sup> (Latitude 0°); 11,5 mm dia<sup>-1</sup> a 16,3 mm dia<sup>-1</sup> (Latitude 12°); e 9,4 mm dia<sup>-1</sup> a 17,4 mm dia<sup>-1</sup> (Latitude 22°), Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores de radiação solar extraterrestre (R<sub>o</sub> – mm dia<sup>-1</sup>) no dia 15 de cada mês do ano, em várias latitudes, compreendendo o território brasileiro.

Lat (grau)	Dia 15 de cada mês do ano											
	15/1	15/2	15/3	15/4	15/5	15/6	15/7	15/8	15/9	15/10	15/11	15/12
0	14,8	15,3	15,5	15	14,2	13,6	13,8	14,5	15,2	15,2	14,8	14,5
-2	15,1	15,5	15,5	14,9	13,9	13,3	13,5	14,3	15,1	15,4	15,1	14,9
-4	15,3	15,6	15,5	14,7	13,6	13,0	13,2	14,1	15,1	15,5	15,4	15,2
-8	15,9	15,9	15,5	14,3	13,0	12,2	12,5	13,6	14,9	15,7	15,8	15,8
-12	16,3	16,1	15,4	13,9	12,3	11,5	11,8	13,1	14,7	15,8	16,2	16,3
-16	16,7	16,3	15,2	13,4	11,6	10,7	11,0	12,5	14,4	15,8	16,5	16,8
-20	17,1	16,3	14,9	12,8	10,8	9,8	10,2	11,8	14,0	15,7	16,8	17,2
-24	17,3	16,3	16,6	12,1	10,0	8,9	9,3	11,1	13,5	15,6	17,0	17,5
-28	17,5	16,2	14,2	11,5	9,2	8,0	8,5	10,3	13,0	15,4	17,1	17,8
-32	17,6	16,1	13,7	10,7	8,3	7,1	7,5	9,5	12,4	15,2	17,2	18,0

## Planta

A evapotranspiração da cultura  $ET_c$ , água evaporada do solo, somada à transpirada pela cultura, é base para determinar as necessidades de irrigação. A reposição de água é empregada para garantir a manutenção da umidade do solo em níveis adequados às diferentes fases de desenvolvimento da planta. A  $ET_c$ , variável ao longo do ciclo e das condições ambientais, é obtida com base nos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) encontrados na Tabela 1 e dos valores estimados de  $ET_o$ :

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (\text{eq.1})$$

## Cálculos simplificados das lâminas de irrigação

Para irrigação por aspersão ou microaspersão, o turno de rega (fixo ou variável) depende das características físico-hídricas do solo (Tabela 2), da  $ET_o$ , da fase fenológica da cultura (Tabela 1) e da profundidade do sistema radicular.

O turno de rega variável ( $TR_v$ ) em dias é calculado pela razão da lâmina de irrigação necessária ( $LI$  - mm) e a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$  - mm). Essa lâmina de irrigação deve ser aumentada dependendo da eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação ( $E_a$  - %), encontrando-se o valor da lâmina real necessária ( $LRN = LI/E_{\text{eficiência}}$ ).

As eficiências de aplicação do sistema variam em função do método de irrigação, afetando a uniformidade de distribuição de água no solo, das condições de instalação, condições ambientais (vento, temperatura do ar), água de irrigação e manutenção do sistema. Para aspersão convencional, os valores devem ficar próximos de 0,8. Devem ser superiores a este valor para microaspersão, assumindo-se que toda superfície do solo é irrigada.

$$TR_v = \frac{LRN}{ET_c} \quad (\text{eq.2})$$

O valor da lâmina real necessária  $LRN$  em caso de irrigação por aspersão é dado por:

$$LRN = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) \cdot Z \cdot f \quad (\text{eq.3})$$

sendo a  $\theta_{cc}$  e  $\theta_{pmp}$  respectivamente a umidade do solo ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) na capacidade de campo e a umidade no ponto de murcha permanente (Tabela 2).  $Z$  representa a profundidade efetiva do sistema radicular (mm). A umidade crítica do solo que representa o limite de água facilmente disponível para as plantas, corresponde para mandioca aquela após uma redução de 50% da água disponível do solo ( $f = 0,5$ ) à profundidade efetiva do sistema radicular. Qualquer lâmina de irrigação aplicada com frequência menor do que o turno de rega máximo será calculada com base na evapotranspiração da cultura acumulada do período.

No caso da irrigação por gotejamento, quando o solo é molhado parcialmente, é desejável um valor correspondente à uniformidade de emissão do sistema (Eu) superior a 0,9:

$$LRN = \frac{ET_o \cdot K_c \cdot 0,4}{Eu} \quad (\text{eq.4})$$

A frequência de irrigação por gotejamento deve ser diária para solos com maior teor de areia (areia franca ou franco-arenoso), no máximo a cada dois dias; para os solos com textura média, as frequências podem ser a cada dois dias para climas semiáridos e três a quatro dias para climas subúmidos; maior flexibilidade de turnos de irrigação quando os solos apresentam textura fina, não devendo a frequência ser inferior a dois dias.

A melhor maneira de se realizar o manejo de irrigação é com uso de instrumentos para monitoramento da umidade do solo (como o tensiômetro ou irrigas) associado ao monitoramento da  $ET_o$ , que viabilizam os cálculos das lâminas (eq.4). Isso permite a irrigação no momento necessário, a partir de um valor crítico de umidade do solo, adequando melhor as lâminas de irrigação às necessidades reais, com base na distribuição da água no solo.

## Referências

COELHO FILHO, M. A.; GOMES JUNIOR, F. de A.; GUIMARÃES, M. J. M.; OLIVEIRA, L. B.; SILVA, T. S. M. Crescimento e produtividade do consórcio mandioca e feijão caupi em diferentes arranjos de cultivo e condições irrigadas. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 6, v.3, p.151-159, 2017.

COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M. da; GOMES JUNIOR, F. de A.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, V. V. M. de; MARIN, F. R. Crescimento e evapotranspiração da cultura da mandioca solteira e consorciada em condições irrigadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 18., 2008, São Mateus. **O equilíbrio do fluxo hídrico para uma agricultura irrigada sustentável**: anais... São Mateus: ABID, 2008.

COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M. da; GOMES JUNIOR, F. de A.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, V. V. M. de. Crescimento e evapotranspiração da cultura da mandioca solteira e consorciada em condições irrigadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16. 2009, Belo Horizonte. **Mudanças climáticas, recursos hídricos e energia para uma agricultura sustentável**: Anais. Viçosa, MG: UFV; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 1 CD-ROM. pdf 465.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied engineering in agriculture**, v. 1, n. 2, p. 96-99, 1985.

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. ASCE, 1990.

OLIVEIRA, S.L.; MACEDO, M.M.C.; PORTO, M.C.M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, p. 121-124, 1982.

Exemplares desta edição  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Mandioca e Fruticultura**

Rua Embrapa, s/n, Caixa Postal 07, 44380-  
000, Cruz das Almas - Bahia  
Fone: (75) 3312-8048  
Fax: (75) 3312-8097  
www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**1ª edição**

On-line (2020)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente

*Francisco Ferraz Laranjeira*

Secretária-Executiva

*Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Membros

*Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth  
de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira  
Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de  
Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento*

Supervisão editorial

*Francisco Ferraz Laranjeira*

Revisão de texto

*Adriana Villar Tullio Marinho*

Normalização bibliográfica

*Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro*

Tratamento das ilustrações

*Renan Mateus Rodrigues Cabral*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Anapaula Rosário Lopes*

Foto da capa

*Mauricio Antonio Coelho Filho*