

ISSN 0101-9864



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS  
Sete Lagoas, MG

**CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS SOBRE  
A CULTURA DO MILHO IRRIGADO**

**Centro nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
1990**

ISSN 0101-9864



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS  
Sete Lagoas, MG

## **CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS SOBRE A CULTURA DO MILHO IRRIGADO**

**Morethson Resende  
Gonçalo Evangelista de França  
Vera Maria Carvalho Alves**

**Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
1990**

## **EMBRAPA-CNPMS.Documentos, 7**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:  
**EMBRAPA/CNPMS**  
km 65 da Rod. MG-424 - Belo Horizonte/Sete Lagoas  
Telefones: (031)921-5644:5466:5673  
Telex:(031)2099  
Caixa Postal 151  
35700 - Sete Lagoas, MG

1a. Edição: 1990

Tiragem: 1.000 exemplares

### **Comitê de Publicações:**

**Edilson Paiva - Presidente**  
**José Heitor Vasconcellos - Secretário**  
**Antônio Álvaro Corcete Purcino**  
**Antônio Carlos de Oliveira**  
**José de Anchieta Monteiro**  
**Paulo César Magalhães**  
**Ricardo Magnavaca**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.**

**Considerações técnicas sobre a cultura do milho irrigado por Morethson Resende, Gonçalo Evangelista de França e Vera Maria Carvalho Alves. Sete Lagoas, MG, 1990.**

**24 p. (EMBRAPA/CNPMS. Documentos, 07)**

**1. Milho-Irrigação. I. Resende, Morethson. II. França, Gonçalo Evangelista de, colab. III. Alves, Vera Maria Carvalho, colab. IV. Título. V.Série**

**CDD:633.1587**

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem aos pesquisadores Antônio Marcos Coelho, Arnaldo Ferreira da Silva, Francisco Morel Freire, Hélio Lopes dos Santos, Ivan Cruz, Nilton Cordeiro dos Santos, Paulo Afonso Viana, Paulo Emílio P. Albuquerque, Reinaldo Lúcio Gomide, Ricardo Magnavaca e à equipe de Difusão de Tecnologia do CNPMS (José Heitor Vasconcellos, Virgínia Guilhon Loures, Dilermando Lúcio de Oliveira, Olímpio Pereira O. Filho e José Ferreira S. Filho) pela colaboração neste trabalho.

## SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO.....	7
II. PRÁTICAS CULTURAIS.....	8
1. Calagem.....	8
2. Adubação de Plantio.....	9
3. Adubação Nitrogenada em Cobertura.....	11
4. Cultivares.....	12
5. Controle de Pragas.....	12
6. População de Plantas.....	13
7. Controle de Plantas Daninhas.....	14
III. MANEJO DE IRRIGAÇÃO.....	14
1. Métodos do Balanço de Água no Solo.....	15
2. Uso do Tensiômetro e Tanque "Classe A".....	20
3. Uso Apenas do Tensiômetro.....	21
4. Uso Apenas do Tanque "Classe A".....	21
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

# CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS SOBRE A CULTURA DO MILHO IRRIGADO

*Morethson Resende 1*  
*Gonçalo Evangelista de França 1*  
*Vera Maria Carvalho Alves 2*

## I. INTRODUÇÃO

Grande parte dos sistemas de irrigação são projetados de forma satisfatória e as baixas produtividades normalmente obtidas nessas condições não são devido a erros de dimensionamento do equipamento e sim ao manejo inadequado da cultura e da irrigação.

As tecnologias hoje recomendadas para a cultura do milho são quase todas destinadas às condições de sequeiro, onde a expectativa de produção está em torno de 4 a 6 toneladas por hectare. O grande risco de ocorrência de veranicos leva o agricultor a investir menos em tecnologia, uma vez que não há garantia de produção estável. Com a aquisição do equipamento de irrigação, adicionam-se aos custos de produção os custos relativos ao investimento, manutenção e operação do equipamento. Porém, a disponibilidade de água deixa de ser um fator limitante, permitindo ao produtor o uso de tecnologia mais avançada, visando a obtenção de altas produtividades, o que é denominado neste trabalho de "Agricultura Irrigada". Portanto, diferente de "Agricultura de Sequeiro mais Água", normalmente praticada na grande maioria dos sistemas irrigados.

Um dos problemas da maioria dos produtores que utilizam irrigação em seus sistemas produtivos está na dificuldade para se conseguirem alternativas de culturas, principalmente para a época do verão. Nesse caso, a cultura do milho

---

1 Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo(CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

2 Enga. Agr., M.Sc., EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas, MG

apresenta-se como uma das alternativas, desde que a produtividade esteja acima dos custos de produção, que, segundo Resende et al. (1990), está em torno do valor de 5 t de grãos/ha.

Este trabalho visa recomendar tecnologias para a obtenção de produtividades que tornem a cultura do milho economicamente viável em sistemas irrigados. Experimentalmente, têm-se obtido produtividades de até 10 t de grãos/ha. A nível de produtor, têm-se registrado até 8,5 t de grãos/ha, em diferentes condições edafoclimáticas.

## **II. PRÁTICAS CULTURAIS**

Considerando que a água participa com cerca de 40% do custo de produção da cultura do milho irrigado (Resende et al. 1990), não se deve esperar redução na produtividade devido ao uso inadequado de outros fatores de produção, de custo relativamente baixo. Portanto, este trabalho dará ênfase a algumas práticas culturais visando a obtenção de alta produtividade.

### **1. Calagem**

Um programa de adubação e calagem deve começar com uma boa amostragem de solo para análise.

Em sistemas irrigados, o uso intensivo da terra implica em extração rápida de nutrientes pelas plantas, exigindo um acompanhamento mais frequente da evolução do índice de fertilidade do solo, através de análise química, para evitar sua possível acidificação, esgotamento e desbalanço de nutrientes. Para a agricultura de sequeiro, recomenda-se análise do solo a cada 3 a 4 anos, enquanto que em sistema irrigado é recomendável um acompanhamento anual, analisando-se amostras coletadas a 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

A correção da acidez do solo através da calagem é de fundamental importância para reduzir a toxidez de Al, fornecer cálcio e magnésio para as plantas e aumentar o pH do solo. A determinação da quantidade de calcário deve ser feita pelo método de saturação de bases. Para a cultura de milho irrigado, a saturação de bases recomendada é de 60%. A quantidade de calcário é determinada usando-se a seguinte fórmula:

$$NC = CTC (V2 - V1)/100 \times (100/PRNT)$$

onde:

NC = quantidade de calcário (t/ha)

V1 = saturação de bases do solo (%)

V2 = saturação de bases a ser atingida com a calagem (%)

CTC = capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (eq. mg/100 cc)

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total (%)

CTC = S + (Al + H) (eq. mg/100 cc)

S = Ca + Mg + K (eq. mg/100 cc)

V1 = S/CTC x 100

O pH do solo deve ser corrigido para valores entre 6,0 e 6,5, onde a disponibilidade dos nutrientes é maior. Valores acima dessa faixa podem causar deficiência de micronutrientes como Fe, Mn, Zn, Cu e B.

Cuidado especial deve ser dispensado aos solos arenosos, que, devido ao baixo poder tampão, alteram o pH facilmente, mesmo com doses pequenas de calcário. Isto pode ocasionar uma série de distúrbios, como a perda de cátions por lixiviação, redução na solubilidade da maioria dos micronutrientes e desbalanço de nutrientes, entre outros. Como a recomendação de calcário pelo método de saturação de bases leva em consideração a CTC do solo, esse problema é minimizado. Para esse tipo de solo, a aplicação frequente de pequenas doses de calcário é mais eficiente.

## 2. Adubação de Plantio

A adubação de plantio deve ser baseada na análise de fertilidade do solo, histórico de uso da área e na produtividade esperada. As tabelas de recomendação em uso se destinam basicamente à cultura do milho em condições de sequeiro e produtividade esperada em torno de 4 a 6 t de grãos/ha; no entanto, de acordo com o Quadro 1, para uma produtividade esperada de 8 t/ha a cultura do milho retira do solo 175 kg de N/ha, 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 150 kg de K<sub>2</sub>O/ha. Portanto, a recomendação de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 150 kg K<sub>2</sub>O deve ser acrescida, visando atender essa maior extração e manter o nível de fertilidade do solo nas culturas subsequentes. Recomendações para adubação de plantio na cultura do milho irrigado são apresentadas no Quadro 2.

**Quadro 1. Extração de nutrientes (Kg/ha) pela cultura do milho, em diferentes níveis de produtividade.**

Produtividade (kg/ha)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
5.000	125	50	75 - 100
6.000	135	55	90 - 120
8.000	175	75	150
9.500	187	85	230

Fonte: Arnon (1975).

**Quadro 2. Recomendações para adubação de plantio com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em kg/ha, na cultura do milho irrigado. EMBRAPA/CNPMS. SeteLagoas-MG,1990.**

Teor de P <sup>1</sup> no solo (ppm)	N - no plantio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Teor de K no solo(ppm) <sup>2</sup>		
			Baixo 0 -45	Médio 46-80	Alto > 80
Solos Textura Argilosa					
Baixo(0 - 5)	10	120	80	60	40
Médio(6 - 10)	10	80	80	60	40
Alto (> 10)	10	60	80	60	40
Solos Textura Média					
Baixo (0 -10)	20	120	80	60	40
Médio(11 -20)	20	80	80	60	40
Alto (> 20)	20	60	80	60	40
Solos Textura Arenosa					
Baixo (0 - 20)	30	120	80	60	40
Médio(21 - 30)	30	80	80	60	40
Alto (> 30)	30	60	80	60	40

1 e 2

**Classes de fertilidade para teores de fósforo e potássio no solo (método Mehlich), de acordo com a comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. CFSEMG, 1989**

Em solos de textura arenosa, deve-se parcelar o potássio em duas aplicações: metade da dose no sulco, por ocasião do plantio, juntamente com o nitrogênio e com o fósforo, e o restante junto com a primeira adubação em cobertura. Nesses solos, é recomendável o uso de formulações de adubo contendo os micronutrientes Zn, Fe, Mn, Cu, B e Mo.

Em solos cultivados com milho, a ocorrência de deficiência de Zn é bastante frequente. A planta de milho é muito sensível à deficiência de Zn; por isso, recomenda-se a aplicação de 2 a 3 kg de Zn/ha, para prevenir possíveis deficiência e redução no rendimento. Em caso de ocorrência de sintoma de deficiência, fazer duas aplicações via foliar de solução de sulfato de zinco a 0,5%.

### **3. Adubação Nitrogenada em Cobertura**

O nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de nitrato e amônio, predominando no solo o nitrato, que, devido à sua mobilidade, está sujeito a perdas por lixiviação. Assim sendo, uma maior eficiência no uso dos fertilizantes nitrogenados pode ser conseguida através da aplicação parcelada, durante a fase vegetativa da cultura.

A quantidade de 10 a 30 kg N/ha (Quadro 2) é suficiente como adubação de plantio e o restante deve ser aplicado em cobertura, cujo parcelamento depende do tipo de solo e da demanda pela planta.

As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cultura de sequeiro variam de 30 a 60 kg de N/ha. Assumindo-se que são necessários em torno de 20 kg de N/ha para cada tonelada de grãos produzida (Arnon 1975) e que a maioria dos solos brasileiros têm capacidade de suprir nitrogênio para produção de 3 a 4 t de grãos/ha (Resende et al. 1990) e considerando ainda uma eficiência de utilização de 60% para os fertilizantes nitrogenados, recomendam-se de 100 a 120 kg de N em cobertura, para se obterem produtividades de 7 a 8 t de grãos/ha.

O parcelamento do nitrogênio na cultura do milho, aplicado após o desenvolvimento da oitava folha, não tem sido possível com a utilização de trator devido à altura das plantas. Por isso, recomenda-se a aplicação de N via água de irrigação. Esta recomendação é baseada em resultados obtidos pelo CNPMS/EMBRAPA, em solos de textura argilosa e textura média, não havendo diferenças entre aplicação no solo e aplicações via água de irrigação. O uso dessa prática reduz muito os custos da aplicação parcelada de N.

O parcelamento de N, segundo Resende et al. (1990), deve ser feito em função do tipo de solo e do número de folhas de milho totalmente desenvolvidas (Quadro 3).

**Quadro 3. Percentagem de nitrogênio a ser aplicada em cada parcelamento. EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas, 1990.**

Solo	Número de folhas <sup>1</sup>			
	6	8	12	16
Argiloso	50	-	50	-
Arenoso	30	30	20	20

**1**

No número de folhas, consideram-se as duas primeiras folhas da planta recém-germinada.

Quando a adubação de plantio é feita com fórmulas concentradas, como 4-30-10, 8-28-16 ou similar, deve-se usar sulfato de amônio na primeira cobertura, para fornecer enxofre à cultura.

#### **4. Cultivares**

Em geral, os híbridos de milho apresentam um maior potencial de produção em relação às variedades, quando as condições de água, fertilidade de solo e controle de pragas, entre outros fatores, são otimizados. Portanto, deve-se escolher a cultivar mais indicada para a região específica.

#### **5. Controle de Pragas**

As principais pragas da cultura do milho são a lagarta elasmó e a lagarta-do-cartucho. As perdas causadas pela primeira têm variado em função do nível

populacional da praga (Viana, no prelo, 1990), enquanto que os danos causados pela lagarta-do-cartucho atingiram até 18% da produção (Cruz & Oliveira 1989).

O controle de pragas começa na época do plantio, através do tratamento de sementes com carbofuran ou thiodicarb, visando controlar a lagarta elasmó (Cruz et al. 1983). Dependendo do híbrido utilizado, pode haver certa fitotoxicidade (Cruz & Feldman 1988). Um aspecto importante no manejo da lagarta elasmó é a umidade do solo. Alta umidade no estágio inicial da cultura afeta negativamente as lagartas novas (recém-eclodidas), reduzindo o dano causado pelo inseto (All et al. 1979 e Viana 1981).

O controle da lagarta-do-cartucho deve ser realizado no início de sua ocorrência, que pode ser observado através do aparecimento de áreas raspadas nas folhas de plantas ainda novas (20 a 30 dias após o plantio). Após esse controle, o novo aparecimento da praga se observa através da presença de fezes (tipo serragem) e furos nas folhas recém-abertas; nesse ponto, faz-se novo controle. Os inseticidas methomyl ou chlorpyrifos, aplicados através de pulverizadores costais ou tratorizados, são eficientes para o controle dessa praga (Waquil et al. 1982 e Cruz et al. 1983). Recentemente, vários inseticidas foram testados via água de irrigação por aspersão para o controle da lagarta-do-cartucho e o chlorpyrifos mostrou uma eficiência de controle superior a 86%. Outras opções com menor eficiência foram os inseticidas methomyl, fenvalerate, carbaryl e diazinon, (Viana & Costa 1989 e dados não publicados). Resultados promissores têm sido encontrados pelo CNPMS/EMBRAPA com a utilização de baculovírus no controle da lagarta-do-cartucho.

## **6. População de Plantas**

A produção final da cultura depende em parte da população inicial; portanto, é muito importante que se observem alguns cuidados básicos, como a incorporação antecipada dos restos culturais, um bom preparo do solo, regulação da plantadeira e irrigar com uma lâmina de água suficiente para molhar os primeiros 40 cm de solo.

Na região de Sete Lagoas e no norte do Estado de Minas Gerais, uma população final em torno de 60.000 plantas/ha, com espaçamento entre linhas de 0,90m, tem apresentado melhores produtividades (França et al. 1990). Para se conseguir essa população, recomenda-se utilizar de 7 a 8 sementes por metro de sulco.

## 7. Controle de Plantas Daninhas

Em um sistema de produção com nível de tecnologia avançado para a obtenção de altas produtividades, não se admitem quedas de produção devido à falta de controle de plantas daninhas.

Trabalho citado por Cruz e Ramalho (1985) mostra que em culturas de milho sem nenhum controle de plantas daninhas ocorrem perdas de 85,5% na produção; sem controle até 30 dias após o plantio, 30,3%; com controle somente até 30 dias, 37,2% e com controle até os 50 dias não houve redução de produção. Tais resultados evidenciam a importância de manter a cultura no limpo, através do controle mecânico ou do uso de herbicidas.

A maioria dos herbicidas recomendados para a cultura do milho são de pré-emergência, o que proporciona um solo livre de plantas daninhas desde o plantio (Silva et al. 1987). Trabalhos realizados por Silva e Costa (1988) com a aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura do milho, via água de irrigação, apresentaram bons resultados, utilizando-se atrazine + simazine, atrazine + alachlor, atrazine + metolachlor ou atrazine + butylate.

## III. MANEJO DE IRRIGAÇÃO

A viabilidade da prática de irrigação está intrinsecamente relacionada com a utilização de um nível tecnológico avançado, para a obtenção de altas produtividades, principalmente devido ao alto custo de investimento, manutenção e operação dos equipamentos de irrigação. Por isso, o produtor deve ser orientado para que possa obter o máximo de rendimento, dentro de uma filosofia de sistema de agricultura irrigada. Isso significa estabelecer o momento de se efetuar as irrigações e a lâmina de água a ser aplicada, com base no desenvolvimento da cultura, evitando-se, assim, a redução da produção devido à falta ou ao excesso de água. As fases mais sensíveis à deficiência de água na cultura do milho, em ordem decrescente, são: florescimento, enchimento de grãos e desenvolvimento vegetativo (Eck 1986, Museck e Duser 1980).

O consumo de água em uma área cultivada pode ser 3 vezes maior no meio do ciclo do que na fase inicial. Por outro lado, dependendo da região, a evapotranspiração pode ser muito maior no verão do que no inverno. A combinação desses dois fatores poderá ocasionar erros acima de 600%, com relação ao total de água aplicado e intervalo das irrigações, se nenhuma estimativa for

feita para essas determinações.

Vários métodos podem ser utilizadas para se estimar a lâmina de água a ser aplicada e o momento de se efetuar as irrigações.

### **1. Método do Balanço de Água no Solo**

Esse método é feito à semelhança do balanço de uma conta bancária, em que os depósitos são feitos através da irrigação ou chuva e as retiradas através da evapotranspiração da cultura (ETc). Por isso, é necessário conhecer a lâmina de água que o solo pode armazenar na zona do sistema radicular (LL) e a ETc.

#### **Cálculo da lâmina líquida (LL)**

O cálculo da lâmina líquida é feito através da seguinte fórmula:

$$LL = (cc - pm) \times da \times Ne \times Pr \times 10$$

onde:

**LL** = Lâmina líquida de água que o solo pode armazenar (mm)

**cc** = Capacidade de campo (g água/g solo)

**pm** = Ponto de murcha permanente (g água/g solo)

**da** = Densidade aparente do solo (g solo/cm<sup>3</sup> solo)

**Ne** = Nível de esgotamento de água permissível

**Pr** = Profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Recomenda-se  $Ne = 0,6$  para condições em que a ETO é maior que 5mm/dia e  $0,8$  para situações onde a ETO é menor do que 3mm/dia.

Embora o sistema radicular do milho possa se desenvolver abaixo de 1,0m de profundidade, muitas vezes se concentra até 60 cm de profundidade (Resende et al. 1990b). Recomenda-se considerar Pr igual a 20cm nos primeiros 30 dias após o plantio e 40cm dessa fase até a maturação completa da cultura.

### - Cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc)

A estimativa do valor da ETc ao longo do ciclo da cultura e para as diferentes épocas do ano é feita através da determinação da evapotranspiração de referência (ETO) e do coeficiente de cultura (Kc).

Os valores da ETO podem ser encontrados em publicações existentes para diversas regiões (Scardua et al. 1986; Aguiar et al. 1985; Cochrane e Neto 1985; Matzenauer, 1984; Cauduro e Beltrame, 1983; Matzenauer et al. 1981; Castro 1979; Hargreaves 1974; Sedyama 1973). A ETO pode também ser estimada através de fórmulas empíricas ou dados de evaporação de água no tanque "Classe A".

A estimativa da ETO através dos dados de evaporação de água no tanque "Classe A" é feita pela seguinte equação:

$$ETO = E \times K_t$$

onde:

ETO = Evapotranspiração de referência, em mm/dia

E = evaporação média de água do tanque "Classe A" de anos anteriores em mm/dia

Kt = Coeficiente do tanque "Classe A" (Quadro 4)

**Quadro 4. Coeficiente Kt para o tanque classe A, para estimativa da ETO (Doorenbos e Pruitt, 1976).**

UR%	Exposição A				Exposição B			
	Tanque circundado por grama				Tanque circundado por solo nu			
	Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%		Baixa < 40%	Média 40-70%	Alta >70%	
Vento	Posição do tanque (R)*				Posição do tanque (R)*			
	m/seg	m			m			
Leve < 2	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
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
Moderado 2 --5	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
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
Forte 5 - 8	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	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
Muito Forte > 8	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
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

**OBS.:** Para extensas áreas de solo nu reduzir os valores de Kt de 20% em condições de alta temperatura e vento forte, e de 5 a 10% em condições de moderada temperatura, vento e umidade.

\*R é a menor distância (m) do centro do tanque ao limite da bordadura (grama ou solo nu).

A evapotranspiração da cultura do milho ( $ET_c$ ) é menor do que a  $ET_0$  no início do ciclo da planta e na fase de maturação. Na fase reprodutiva, a  $ET_c$  é geralmente maior do que a  $ET_0$ ; por isto, é necessário o uso de um coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para transformar a  $ET_0$  em  $ET_c$ .

O primeiro passo na determinação do  $K_c$  é definir a duração das fases do ciclo da cultura do milho, afetadas principalmente pela cultivar e época do plantio, a saber:

**Fase inicial** - Do plantio até aproximadamente 10% de cobertura do solo pelas plantas.

**Fase de desenvolvimento vegetativo** - vai da fase inicial até 70 a 80% de cobertura do solo pela cultura; o final dessa fase é considerado completa cobertura do solo pela cultura.

**Fase reprodutiva** - Desde a completa cobertura vegetativa do solo ao início da maturação.

**Fase da maturação** - Do início da maturação até a maturação completa

A Figura 1 apresenta de forma esquemática a variação dos valores de  $K_c$  ao longo do ciclo da cultura do milho.

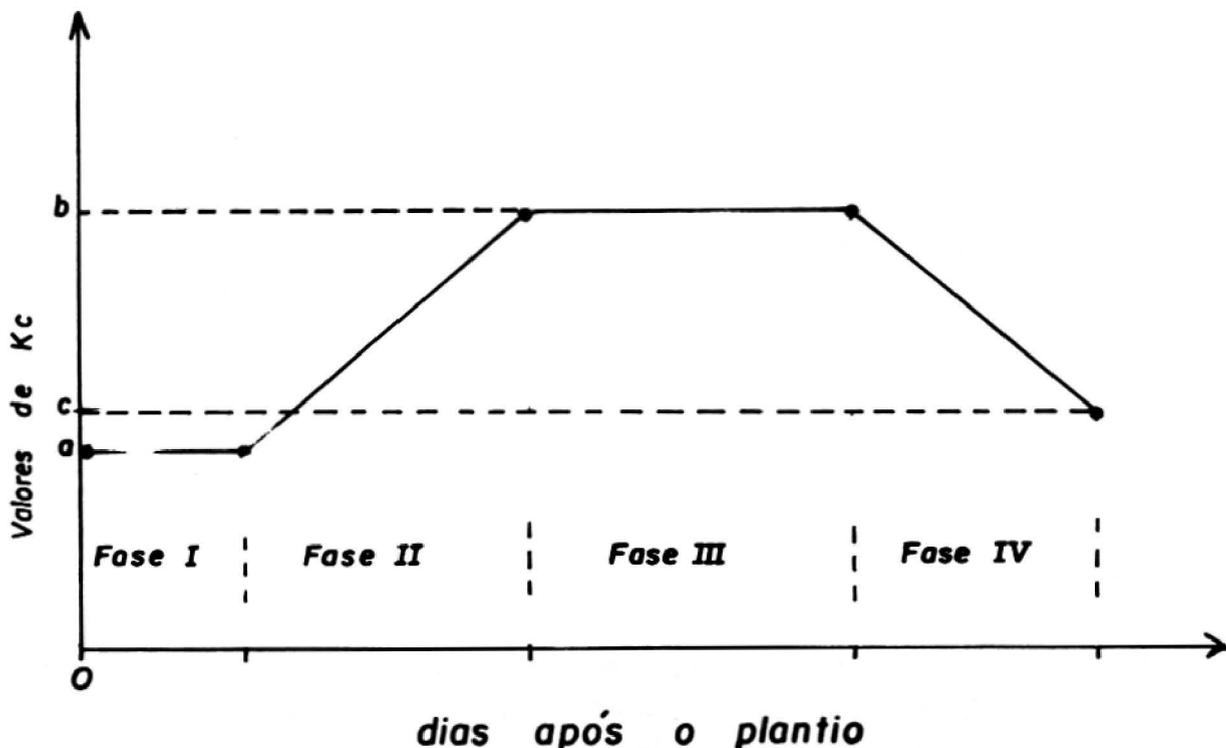


FIGURA 1. Valores de  $K_c$  para a cultura do milho, do plantio à maturação completa. (Valor de "a" obtido no Quadro 5, valores de "b" e "c" obtidos no Quadro 6).

O Quadro 5 apresenta os valores do Kc para a cultura do milho na fase inicial (I), em função da ETO e dos intervalos de irrigação previstos nessa fase. Este valor é constante durante toda essa fase.

**Quadro 5. Valores de Kc ("a" na figura 1) da fase inicial em função da ETO e frequência prevista de irrigação na fase inicial (Fererres 1986).**

ETo mm/dia	Frequência de irrigação (dias)				
	2	4	7	10	20
2	1,00	0,85	0,50	0,37	0,37
4	0,9	0,72	0,50	0,46	0,24
6	0,84	0,60	0,41	0,28	0,19
8	0,80	0,54	0,35	0,22	0,15

Os valores de Kc ("b" na Figura 1) para a fase reprodutiva (III) são apresentados no Quadro 6; também são constantes durante toda essa fase.

**Quadro 6. Coeficiente de cultivo (kc) ("b" e "c" na Figura 1) para o milho nas fases reprodutiva (III) e de maturação (IV), segundo as condições climáticas predominantes. (Doorenbos e Pruitt 1976).**

Fases	Umidade	U.R.min. > 70%		U.R.min < 20%	
	Vento (m/seg)	0 - 5	5 - 8	0 - 5	5 - 8
Reprodutiva		1,05	1,1	1,15	1,2
Maturação		0,55	0,55	0,6	0,6

Os valores de  $K_c$  para a fase de desenvolvimento vegetativo (II) aumentam linearmente como tempo do valor de  $K_c$  da fase inicial ("a") ao valor da fase reprodutiva ("b"). Os valores de  $K_c$  da fase de maturação (IV) decrescem linearmente com o tempo entre o valor da fase reprodutiva ("b") e o valor do final da fase de maturação ("c") encontrado no Quadro 6.

A lâmina bruta (LB) a ser aplicada em cada irrigação e o intervalo entre as irrigações podem ser estimados através de:

$$ET_c = ETO \times K_c$$

$$LB \text{ (mm)} = LL/E_f$$

$$\text{Intervalo (dias)} = LL/ET_c$$

onde

$E_f$  = eficiência do sistema de irrigação (para aspersão, utilizar  $E_f = 0,7$  a  $0,8$ ).

Com o cálculo da LB e do intervalo das irrigações, faz-se um calendário com as datas para se efetuar as irrigações e as respectivas lâminas a serem aplicadas desde o plantio até a maturação da cultura.

## 2. Uso do Tensiômetro e Tanque "Classe A"

O tensiômetro é um equipamento que mede a tensão com que a água está retida no solo entre 0 e - 0,8 atm. Recomenda-se o seu uso para os cultivos deverão ou em regiões de inverno com alta taxa de evapotranspiração, ou para solos onde mais de 60% da água está retida a tensões maiores do que - 0,7 atm. Recomenda-se irrigar quando a tensão de água no solo atingir -0,7 atm, determinando-se, assim, "quando irrigar".

O quanto irrigar, ou lâmina bruta a ser aplicada, é dado por:

$$LB = E \times K_t \times K_c/E_f$$

onde:

$LB$  = Lâmina bruta em mm

$E$  = Evaporação da água no tanque "Classe A" desde a última irrigação em mm

$K_t$ ,  $K_c$  e  $E_f$ , = definidos anteriormente

É importante salientar que a estimativa de  $E$  no método anterior é obtida através da média de evaporação da água no tanque "Classe A" de anos anteriores. Porém, neste método, o valor de  $E$  é medido no tanque instalado próximo à cultura, desde a última irrigação.

### 3. Uso Apenas do Tensiômetro

Para se saber "quando irrigar", procede-se como descrito anteriormente no item 2.

O quanto irrigar pode ser estimado por:

$$LB = (cc - 0) da \times Pr \times 10 / Ef$$

onde

LB = Lâmina bruta em mm

0 = Umidade do solo correspondente à tensão de -0,7 bars.

cc, da, Pr e Ef = definidos anteriormente

### 4. Uso Apenas do Tanque Classe A

O momento de se efetuar a irrigação é obtido através da determinação da capacidade de armazenamento de água no solo na profundidade do sistema radicular, entre a capacidade de campo e a tensão a que se deseja irrigar. Quando a soma dos valores da evaporação da água do tanque multiplicada pelo coeficiente do tanque e o coeficiente da cultura for igual ao valor da lâmina que o solo pode armazenar, esse será o momento de se efetuar a irrigação. O "quanto irrigar" é a própria lâmina usada nesse cálculo dividida pela eficiência do sistema, ou seja:

- quando irrigar?

- quando a soma de E for igual a  $(cc - 0) da \times Pr \times 10$

sendo:

Soma de E = somatório das evaporações diárias de água do tanque desde a última irrigação, em mm  $\times Kt \times Kc$ .

- quanto irrigar?

$$LB = \text{Soma de E} / Ef$$

#### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, D.J.; KRUKER, J.M.; CALHEIROS, R.O. & SILVA, A.S. da. **Determinação da evapotranspiração potencial e balanço hídrico-climático da região da grande Dourados, MS.** Dourados, EMBRAPA-UEPAE/Dourados, 1985. 35p. (EMBRAPA-UEPAE/Dourados. Documentos, 16).
- ALL, J.N.; GALLAHER, R.N. & JELLUM, M.D. Influence of planting date, preplanting, weed control, irrigation, and conservation tillage practices on efficacy of planting time insecticide applications for control of lesser stalk borer in field corn. *J.Econ. Entomol.*, **72**:265-8, 1979.
- ARNON, I. **Mineral nutrition of maize** Bern, International Potash Institute, 1975. 452p.
- CASTRO, P.T. de. **Evapotranspiração atual e potencial de uma cultura de milho (*Zea mays* L.).** Piracicaba, ESALQ, 1979. 61p. (Tese Mestrado).
- CAUDURO, F.A. & BELTRAME, L.F. **Evapotranspiração média decimal para as regiões fisiográficas Missões, Alto Uruguai e Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, PROVARZEAS/PROFIR, 1983.
- COCHRANE, T.T. & NETTO, J.S.N. **Deficiência da precipitação e a evapotranspiração potencial do Brasil.** Brasília, EMBRAPA/CPAC, 1985. 95p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 12).
- COELHO, A.M.; COUTO, L.; MATOSO, M. & SANTO, N.C. **Plantio de milho em sucessão ao tomate para aproveitamento do adubo residual.** Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1990 (prelo).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, Lavras, MG. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 4a. aproximação.** Lavras, 1989. 159p.
- CRUZ, I. & FELDMAN, R.O. Sensibilidade de diferentes genótipos de milho ao tratamento com inseticidas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 17, Piracicaba, SP, 1988. **Resumos.** Piracicaba, ESALQ, 1988. p.64.
- CRUZ, I. & OLIVEIRA, L.J. Danos de *spodoptera frugiperda* em milho cultivado em solos com diferentes teores de alumínio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, MG, 1989. **Resumos.** Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1989. p.433.

- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J. & SANTOS, J.P. Efeito de diversos inseticidas no controle da lagarta *Elasmobranchia* em milho. **Pesq. agrop. bras.** 18:(12):1293-1301, 1983.
- CRUZ, J.C. & RAMALHO, M.A.P. Tração animal no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. **Mecanização na cultura do milho utilizando atração animal**. Sete Lagoas, 1985. p.17-28. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 9).
- CRUZ, I.; SANTOS, J.P. & OLIVEIRA, A.C. Competição de inseticidas visando o controle químico de *Spodoptera frugiperda* em milho (J.E. Smith, 1977). **An. Soc. Entomol. Brasil**, 12(2):235,42, 1983.
- DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Roma, FAO, 1976. 194p.
- ECK, H.U. Effects of water deficits on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn. **Agronomy J.**, 75:1035-1040, 1986.
- FERERES, E. **Manejo de riego**. Cordoba, Espanha. 1986. (Apostila do 2o. Curso Internacional de Riego).
- FRANÇA, G.E.; RESENDE, M.; ALVES, V.M.C. & ALBUQUERQUE, P.E.P. Comportamento de cultivares de milho sob irrigação com diferentes densidades de plantio e doses de N. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, Vitória, ES. 1990. **Resumos**. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1990. p.106.
- HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brasil**. 5.1., Utah State University, 1974. 55p.
- MATZENAUER, R. Estimativa da evapotranspiração do milho através de parâmetros meteorológicos. **Agron. Sulriogr.**, 20(1):133-144, 1984.
- MATZENAUER, R., WESTPHALEN, S.L. BERGAMASCHI, H., SUTILI, V.R. Evapotranspiração do milho e sua relação com evaporação do tanque classe A. **Agron. Sulriogr.**, 17(2):273-295, 1981.
- MUSECK, J.T. & DUSER, D.A. Irrigated corn yield response to water. **Trans. ASAE**, 23:92-1040, 1980.
- RESENDE, M.; ALVES, V.M.C.; FRANÇA, G.E. & MONTEIRO, J.A. Manejo de irrigação e fertilizantes na cultura do milho. **Inf. agrop.**, Belo Horizonte, EPAMIG. (prelo).
- RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; ALBUQUERQUE, P.E.P. & ALVES, V.M.C. Estimativa do desenvolvimento radicular do milho irrigado em dois tipos de solo. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, Vitória-

- ES, 1990. **Resumos**. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1990b. p.133.
- SCARDUA, J.A.; FEITOSA, L.R. & CASTRO, L.L.F. **Estimativa da evapotranspiração potencial para o Estado do Espírito Santo**. Vitória, EMCAPA, 1986. 44p. (EMCAPA. Circular Técnica, 6).
- SEDIYAMA, G.C.; BERNARDO, S.; RESENDE, M. & WOLF, D.F. Estudo de métodos para estimativa da evapotranspiração potencial em Viçosa. *Experientiae*, 16(4):61-79, 1973.
- SILVA, J.B. da. & COSTA, E.F. da. Herbicidação aplicação de herbicidas na cultura do milho via irrigação por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17, Piracicaba, SP, 1988. **Resumos**. Ribeirão Preto, 1988. p.265-7.
- SILVA, J.B. da.; CRUZ, J.C. & SILVA, A.F. da. Controle de plantas daninhas. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. 3 ed. Sete Lagoas, 1987. p.31-41. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 4)
- WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.I.; CRUZ, I. & OLIVEIRA, A.C. Controle da lagarta do cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(2):163-6, 1982.
- VIANA, P.A. Estimativa de perdas causadas pela lagarta elasmopálpus lignosellus, em milho. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG. (no prelo).
- VIANA, P.A. Effect of soil moisture, anbstrate calor and smoke on the population dynamics and behavior of the lesser constalkborer, *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller 1848 (Lepidoptera: Pyralidae). W. Lafayette, IN, USA, Purdue University, 1981. 120p. (Tese Mestrado)
- VIANA, P.A. & COSTA, E.F. Controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) em milho, com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, 1989. **Resumos**. Belo Horizonte, EMBRAPA-CNPMS, 1989. p. 295.

**Composto e Impresso na Gráfica-CNPMS**