

## MILHO I

se fazer um tratamento químico em uma lavoura de milho já formada e a carência dos defensivos, não se tem recomendado o controle desta praga com inseticidas. Para a lavoura destinada à exploração de milho verde, deve-se adotar o controle mecânico, ou seja, eliminação da ponta da espiga com um facão, por exemplo, onde geralmente a praga está localizada por ocasião da comercialização. Devem-se utilizar cultivares que apresentem bom empalhamento da espiga.

### ● Cigarrinhas-das-pastagens

Os dados de pesquisa já disponíveis, gerados pelo CNPMS, embora não permitam determinar exatamente o nível de controle da praga, indicam que plantas jovens, ou seja, com idade de cerca de dez dias, são muito sensíveis ao ataque da cigarrinha. Dois insetos adultos por planta ocasionam severos danos. Infestações com três cigarrinhas por planta provocam sintomas de ataque dois dias após a ocorrência. A morte da planta pode ocorrer

dois dias após a manifestação dos sintomas. Plantas mais desenvolvidas (acima de 17 dias) já toleram bem até níveis mais altos de infestação.

Finalmente, o Quadro 5 mostra os produtos registrados no Ministério da Agricultura para uso contra as diferentes pragas da cultura do milho.

### REFERÊNCIA

PARDUE UNIVERSITY. Field crop insect and weed pest management decision - making guide. Indiana, Cooperative Extension Service, 1979. n.p.

# MANEJO DE IRRIGAÇÃO E FERTILIZANTES NA CULTURA DO MILHO

*Morethson Resende* 1/

*Vera Maria Carvalho Alves* 2/

*Gonçalo Evangelista de França* 1/

*José de Anchieta Monteiro* 1/

## INTRODUÇÃO

O uso de irrigação pressupõe dois princípios básicos: primeiro, o uso intenso do solo; e segundo, o emprego de alta tecnologia.

Assim, é importante diferenciar agricultura irrigada de agricultura de sequeiro mais água, sendo que a primeira, devido aos altos custos de investimento e operação do sistema de irrigação, faz com que a viabilidade econômica dependa de altas produtividades. Portanto, é necessário que um conjunto de fatores se integrem

positivamente, como: cultivar, espaçamento e população de plantas, adubação, manejo de irrigação, controle de insetos e plantas daninhas, dentre outros.

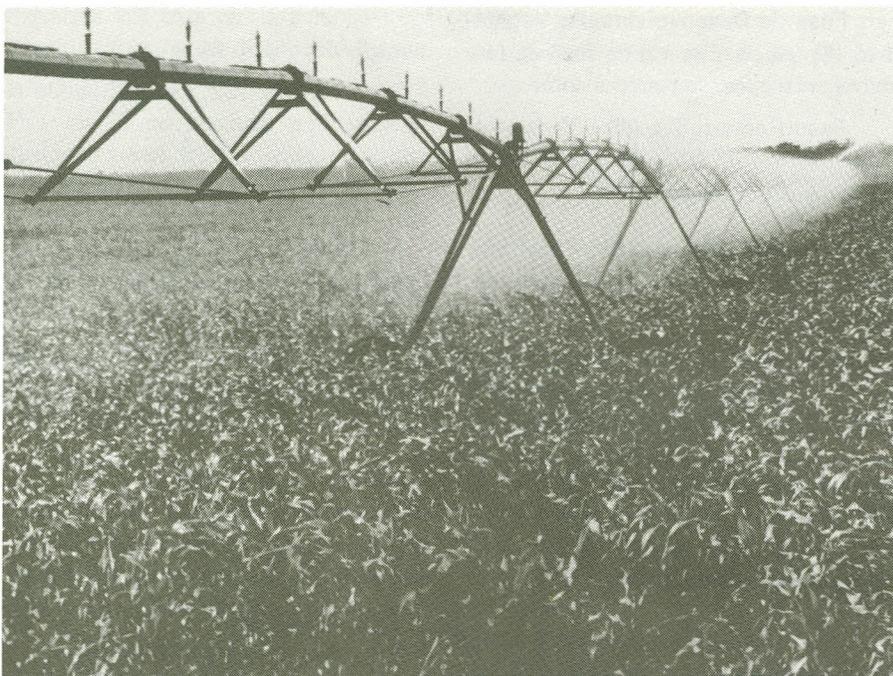
Embora a área irrigada no país venha apresentando incremento significativo, a baixa produtividade e a falta de alternativas de culturas para uma exploração intensiva têm sido os principais problemas para o produtor rural após a implantação de um sistema de irrigação. O milho tem sido considerado como uma alternativa, principalmente para o cultivo de verão. Esta cultura pode alcançar altas produtividades, principalmente com o uso adequado de fertilizantes e um bom manejo de irrigação. Por isso, este trabalho dará enfoque especial a estes tópicos, além de considerações econômicas sobre milho irrigado.

## MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Considerando que a irrigação é um complemento tecnológico para obtenção de altas produtividades e de alto custo, após a implantação de um projeto de irrigação, o produtor necessita ser orientado para que possa obter o máximo rendimento do sistema em uso. Esta orientação técnica em manejo de irrigação significa estabelecer lâminas de água a serem aplicadas e determinar o momento de aplicá-las. As fases mais críticas à deficiência de água na cultura do milho são, em ordem decrescente, o florescimento, enchimento de grãos e desenvolvimento vegetativo (Eck 1986; Museck & Duser 1980; Beltrame & Oliveira 1986). Denmead & Shaw (1960) apontam reduções na produção de milho de 25%, 50% e 21% quando

1/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D, Pesq. EMBRAPA/CNPMS, Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

2/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc, Pesq. EMBRAPA/CNPMS, Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.



houve deficiência hídrica na cultura nas fases de crescimento vegetativo, florescimento e formação de grãos, respectivamente. Porro & Cassel (1986) mostraram que um atraso sistemático de quatro dias nas irrigações foi suficiente para causar uma queda de 20% comparado ao tratamento irrigado quando a tensão de água no solo atingia -0,4 bar (ponto considerado ótimo). Existem vários procedimentos para se determinar o momento de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada. Este trabalho dará ênfase principalmente ao método do balanço de água (Fereres et al, 1981a, 1981b) e o uso de equipamentos.

### 1. Método do Balanço de Água

O manejo de irrigação pelo método do balanço de água em uma área cultivada é feito à semelhança do balanço de uma conta bancária. Os depósitos são feitos através da irrigação ou chuva e retirados através da evapotranspiração da cultura (ETc) e drenagem. É importante conhecer o momento em que o saldo de água chega a zero, para que nova irrigação possa ser realizada.

O uso deste método requer o conhecimento da lâmina de água que o solo pode armazenar na profundidade do sistema radicular (LL) e a evapotranspiração da cultura (ETc). De posse destes dois parâmetros, é possível estimar um calendário das irrigações com as respectivas lâminas a serem aplicadas.

#### a) Cálculo da Lâmina Líquida de Água a ser Aplicada

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

LL - Lâmina líquida de água a ser aplicada (mm)

cc - Capacidade de campo (g água/g solo)

pm - Ponto de murcha permanente (g água/g solo)

Ne - Nível de esgotamento permissível (%)

Pr - Profundidade do sistema radicular (cm)

da - Densidade global do solo (g solo/cm<sup>3</sup> solo)

#### • Capacidade de Campo (cc)

A determinação da capacidade de campo pode ser obtida em laboratório ou através de testes de campo. Pelo método de laboratório, considera-se cc a água retida a 0,1 atm para a maioria dos latossolos e solos arenosos, podendo chegar a 0,33 atm para solos argilosos.

O método de campo, embora mais trabalhoso, é mais preciso e consiste em saturar o solo com água, cobrindo em seguida com plástico para evitar evaporação, seguindo-se amostragens diárias para determinação de umidade. Considera-se que o solo está na capacidade de campo quando o seu teor de umidade tornar-se aproximadamente constante.

#### • Ponto de Murcha Permanente (pm)

A determinação do pm, feita em laboratório, é considerada como sendo a água retirada a 15 atm de tensão. A água retida entre cc e pm é considerada o má-

ximo de água disponível (AD) para a cultura. O Quadro 1 apresenta alguns valores aproximados de água disponível para solos de diferentes texturas.

#### • Nível de Esgotamento Permissível (Ne)

Após uma irrigação, a ETc é geralmente mantida em seu nível máximo por algum tempo, mesmo com a redução do nível de água do solo. Contudo, esta taxa começa a baixar antes que o pm seja atingido, reduzindo também a taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, a produção. Por isso, as irrigações devem ser realizadas antes que o conteúdo de água do solo atinja um nível tal capaz de reduzir significativamente a ETc. Fereres et al (1981b) recomendam para a cultura do milho valores de Ne entre 50% e 60%, podendo variar em função de alguns fatores, como: sistema radicular mais denso, taxa de evapotranspiração baixa e solos em que mais de 60% da água disponível está retida acima de -1,0 atm. Nesse caso, é possível escolher um nível de esgotamento acima de 60%. Em condições de altas taxas de evapotranspiração, de ocorrência de doenças no sistema radicular e/ou no colmo, deve-se escolher um nível de esgotamento abaixo de 50%.

#### • Profundidade Efetiva do Sistema Radicular (Pr)

Segundo Arnon (1975), a maioria do sistema radicular do milho encontra-se até a profundidade de 75 cm. Mengel & Barber (1974) desenvolveram um trabalho de avaliação do desenvolvimento e distribuição do sistema radicular do milho e mostram que mais de 66% do sistema radicular do milho encontra-se até a profundidade de 15 cm nos primeiros 34 dias após o plantio, e mais de 80% até 45 cm a partir desta época. Observações semelhantes estão sendo feitas por trabalhos desenvolvidos no CNPMS/EMBRAPA 1/. Sugere-se o uso de 20 cm de profundidade do sistema radicular até 30 dias após o plantio e 40 cm deste, até a maturação.

#### b) Necessidade de Água das Culturas

A necessidade de água de uma cultura pode ser conceituada como a água necessária para repor as perdas devido à evaporação da água diretamente da su-

**QUADRO 1 – Água Disponível para Solos de Diferentes Texturas em Regiões Temperadas**

Textura	Água Disponível (mm/m solo)
Areia grossa	20 - 60
Areia	40 - 90
Areia barrenta	60 - 120
Barro arenoso	110 - 150
Franca	140 - 180
Franco-siltosa	170 - 230
Franco-argilosa	140 - 210
Argila	130 - 180

Fonte: Reichardt (1987).

perfcie do solo (E), e as perdas devido à transpiração através das folhas das plantas (T). A combinação destes dois fatores é chamada de evapotranspiração da cultura (ETc).

ETc = ETO x Kc, onde:

ETc – Evapotranspiração da cultura do milho (mm/dia)

ETO – Evapotranspiração de referência (mm/dia)

Kc – Coeficiente da cultura.

● **Evapotranspiração de Referência (ETO)**

Os valores de ETO podem ser obtidos através de publicações técnicas, de fórmulas ou medição da evaporação do tanque classe A, dentre outros métodos.

● **Coeficiente de Cultura (Kc)**

A escolha dos valores de Kc deve levar em conta as características da cultura, a época de plantio, as fases de desenvolvimento da cultura e as condições climáticas (Doorenbos & Pruitt, 1976).

Os valores de Kc são recomendados de forma diferenciada, de acordo com as fases do ciclo vegetativo, que neste caso é dividido em quatro fases, sendo:

**Fase Inicial (I)** – Considera-se fase inicial a fase desde o plantio até a época em que a cultura cobre aproximadamente 10% do solo.

**Fase de Desenvolvimento Vegetativo (II)** – Esta fase vai do final da fase inicial até o início do pendoamento.

**Fase Reprodutiva (III)** – A fase reprodutiva vai do início do pendoamento ao enchimento completo de grão.

**Fase de Maturação (IV)** – Esta fase vai do enchimento completo de grãos até completar a maturação.

A Figura 1 apresenta os valores de Kc para qualquer período após o plantio, e é obtida através dos seguintes passos:

– Marca-se no eixo das abcissas a duração das quatro fases;

– o Kc da fase inicial é obtido no Quadro 2 e marcado na Figura 1. É constante para toda a fase (assumindo ETO = 6 e frequência de irrigação de 7 em 7 dias);

– o Kc da fase reprodutiva, também constante, é obtido no Quadro 3 e marcado na Figura 1;

– o Kc da fase de maturação é obtido no Quadro 3 e marcado no final desta fase;

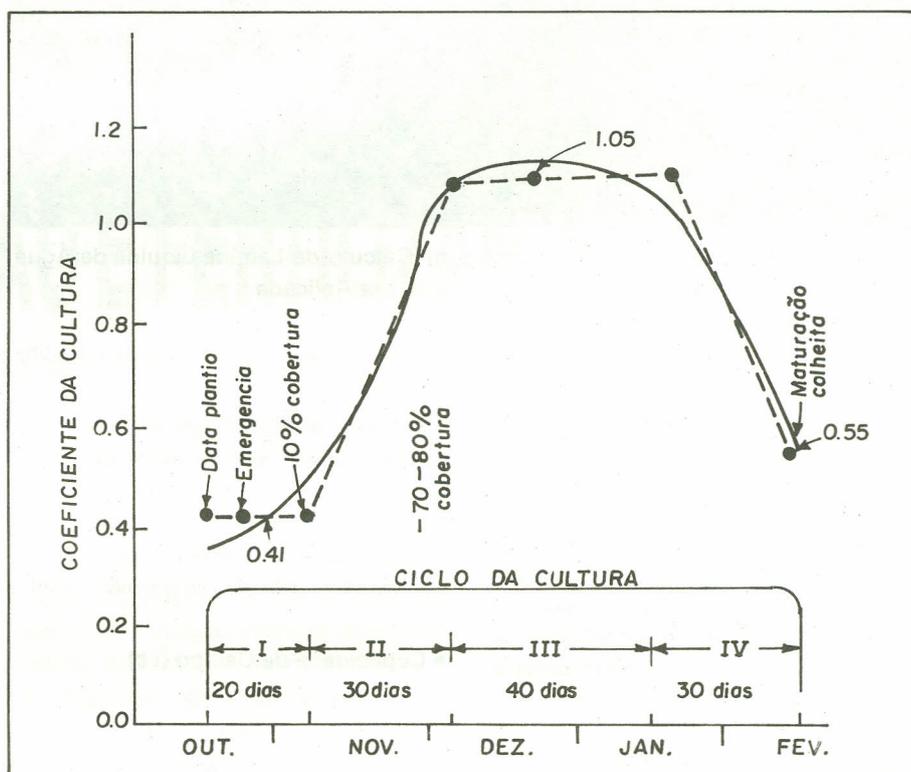


Fig. 1 – Coeficiente da cultura de milho - Kc no período outubro-fevereiro, no município de Sete Lagoas, MG, 1979.

Fonte: Relatório Técnico Anual - 1980 - EMBRAPA.

**QUADRO 2 – Coeficientes de Cultivos (Kc) da Fase Inicial em Função da ETO e Frequência Prevista de Irrigação na Fase Inicial**

ETO (mm/dia)	Frequência de Irrigação (dias)				
	2	4	7	10	20
2	1,00	0,85	0,65	0,50	0,37
4	0,90	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

Fonte: Fereres (1986).

QUADRO 3 – Coeficientes de Cultivo (Kc) para o Milho nas Fases Reprodutivas e de Maturação, Segundo as Condições Climáticas Predominantes

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

Fonte: Doorenbos & Pruitt (1976).

– une-se o final da fase inicial com o início da fase reprodutiva por uma reta. Une-se também, por reta, o final da fase reprodutiva com o valor de Kc plotado no final da fase de maturação;

– finalmente, ajusta-se uma curva à Figura 1 encontrada.

Com a determinação da LL e ETc, faz-se a programação de irrigação do plantio à maturação do milho, determinando os intervalos de irrigação e as lâminas brutas (LB) a serem aplicadas.

$$LB = \frac{LL}{Ef} \quad \text{e Intervalo} = \frac{LL}{Etc}$$

Onde, Ef é a eficiência de irrigação que depende do sistema em uso.

## 2. Uso de Tensiômetros

O tensiômetro é um equipamento de boa precisão e mede diretamente a tensão com que a água está retida no solo. É recomendado para os solos onde mais de 60% da água disponível está retida a tensões superiores a -0,7 atm, como é o caso da maioria dos latossolos e solos arenosos. Nestas condições, segundo Fereres (1981a e 1981b), irriga-se quando a tensão de água do solo atingir -0,6 a -0,7 atm. Com isso, os intervalos de irrigação passam a ser determinados pelo tensiômetro, e a lâmina a ser aplicada pela seguinte fórmula:

$$LB = \frac{(cc - 0) \times Pr \times da \times 10}{Ef}, \text{ onde:}$$

LB – Lâmina de irrigação (mm)

cc – Capacidade de campo (g água/g solo)

0 – Teor de umidade do solo correspondente à tensão de -0,6 a -0,7 atm (g água/g solo)

Pr – Profundidade do sistema radicular (cm)

Ef – Eficiência da irrigação

da – Densidade aparente (g solo/cm<sup>3</sup> solo).

## 3. Uso de Tensiômetro e Tanque Classe A

Com o uso de tensiômetro e tanque classe A, determina-se o momento de se realizarem as irrigações pelo tensiômetro, conforme descrito no tópico anterior e a lâmina de água a se aplicar, através do tanque, com o seguinte procedimento:

$$LB = \frac{E \times Kt \times Kc}{Ef}, \text{ onde:}$$

LB – Lâmina bruta de água (mm)

E – Evaporação do tanque desde a última irrigação (mm)

Kt – Coeficiente do tanque (Quadro 4)

Kc – Coeficiente de cultura

Ef – Eficiência de irrigação.

Esta metodologia, embora mais trabalhosa, é mais precisa que as anteriores.

## ADUBAÇÃO

### 1. Extração de Nutrientes

Uma das principais causas de baixas produtividades em lavouras irrigadas é a adubação inadequada, visto esta ser responsável por 35% a 45% da produção (Thompson 1984).

A irrigação aumenta a demanda de nutrientes pela planta, devido ao aumento

de produtividade (Viets Jr. et al. 1967), à eficiência de utilização dos fertilizantes e à disponibilidade dos nutrientes, porque facilita o transporte de íons até o sistema radicular (Fereres 1983).

No Quadro 5 são mostradas quantidades médias de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O extraídas pela cultura do milho em diferentes produtividades. Para cada tonelada de grão produzida, são necessários cerca de 20-25 kg de N, 8-10 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 15-25 kg de K<sub>2</sub>O.

### 2. Adubação de Plantio

Deficiência de fósforo ocorre com grande frequência nos solos brasileiros, como evidenciado pelo aumento substancial de produção devido a sua aplicação. No estado de Minas Gerais, dados de um grande número de experimentos conduzidos em diversos tipos de solos mostraram grande frequência de respostas para doses elevadas de fósforo, deixando claro que a maioria dos solos do Estado são pobres em fósforo, apresentando baixa disponibilidade deste nutriente (Lopes et al. 1982).

Ao contrário do fósforo, resposta de culturas anuais à adubação potássica ocorre com frequência relativamente baixa. Entretanto, este quadro tende a modificar-se a partir da introdução de uma agricultura intensiva com correção da acidez e fertilidade, principalmente fósforo, emprego de cultivares mais produtivas e técnicas mais avançadas de produção. Solos intensamente cultivados e com alta produtividade necessitam de níveis mais altos de potássio no solo e taxas mais altas de fertilizantes potássicos para manter estes níveis, em comparação com solos cultivados menos intensamente (Mengel 1974). Além disso, solos com baixa capacidade de troca de cátions, como grande parte dos solos dos cerrados brasileiros, e solos arenosos apresentam baixo suprimento natural de potássio (Mielniczuk 1982). O uso de irrigação, por exemplo, possibilita a obtenção de tetos mais altos de rendimentos, os quais podem sofrer limitações devido ao aparecimento de deficiências de potássio (Mielniczuk 1982).

A adubação de plantio para fósforo e potássio deve ser realizada de acordo com a análise química do solo, que é usada para avaliar o nível de fertilidade e para

QUADRO 4 – Coeficiente Kt para o Tanque Classe A, para Estimativa da ETO								
Exposição A Tanque Circundado por Grama					Exposição B Tanque Circundado por Solo Nu			
UR %		Baixa 40%	Média 40-70%	Alta 70%		Baixa 40%	Média 40-70%	Alta 70%
Vento (m/seg)	Posição do Tanque (R)* (m)				Posição do Tanque (R) (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
	1.000	0,75	0,85	0,85	1.000	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
	1.000	0,70	0,80	0,80	1.000	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
	1.000	0,65	0,70	0,75	1.000	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
	1.000	0,55	0,60	0,65	1.000	0,35	0,40	0,45

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

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

Fonte: Doorenbos & Pruitt (1976).

QUADRO 5 – Extração de Nutrientes pela Cultura do Milho, em Diferentes Níveis de Produtividade			
Produtividade	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	..... kg/ha .....		
5.000 1/	125	50	75 - 100
6.000 1/	135	55	90 - 120
8.000 1/	175	75	150
9.500 1/	187	85	230
19.000 2/	387	157	419

Fonte: 1/ Arnon (1975)  
2/ Flannery (1986).

indicar a necessidade do uso de fertilizantes. Entretanto, os ensaios para calibração de análises de solo têm sido realizados em condições de sequeiro com tetos de produtividade baixos para agricultura irrigada.

Assim, as atuais tabelas de recomendações de adubação para milho, com produtividades médias esperadas entre 4.000 kg/ha e 6.000 kg/ha, estão aquém das necessidades de lavouras irrigadas. A tabela de recomendação de adubação de plantio para a cultura de milho de sequeiro, no estado de Minas Gerais é apresentada por Freire no artigo Calagem e Adubação do Milho, desta revista.

Tal situação mostra a necessidade de se realizarem pesquisas sobre adubação de

sistemas irrigados, para confecção de tabelas de recomendações específicas.

### 3. Adubação de Cobertura

As recomendações atuais para adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de respostas, histórico da área e produtividade esperada. Para a agricultura de sequeiro, as recomendações de adubação nitrogenada em cobertura, para a cultura do milho, variam de 30 a 60 kg de N/ha, nos diversos estados produtores.

Assumindo-se que, em média, o solo tenha capacidade de suprimento de nitrogênio para a produção de 3 t/ha de grãos e que são necessários cerca de 20 kg de nitrogênio para produzir 1 t de grãos, estas adubações seriam suficientes para a produção de 4,5 a 6 t/ha. Como em agricultura irrigada esperam-se maiores produtividades, estas recomendações são insuficientes.

Considerando-se a eficiência de utilização de 70% para os fertilizantes nitrogenados, para a produção de 7 a 9 t/ha de milho, sugere-se a aplicação de 100 a 160 kg de N/ha, em culturas irrigadas. Ressalta-se que esta produtividade só será atingida se todos os outros fatores forem mantidos em níveis adequados.

O fertilizante nitrogenado pode ser aplicado no solo, na água de irrigação ou combinando os dois métodos. No caso de aplicação no solo, esta deve ser realizada quando o milho estiver com 8 a 10 folhas bem desenvolvidas.

Encontram-se no Quadro 6 sugestões de parcelamento do fertilizante nitrogenado para aplicação via irrigação por aspersão.

Para a adubação combinando-se os dois métodos, sugere-se a aplicação, no solo, de 50% do nitrogênio recomendado quando a planta estiver com 6-8 folhas bem desenvolvidas, e de 50% na água no estádio de 10-12 folhas.

As fontes mais comuns de fertilizantes nitrogenados encontradas no comércio são a uréia e o sulfato de amônio, embora existam outras, como o nitrocálcio, salitre do Chile, monoamônio fosfato (MAP), diamônio fosfato (DAP) e nitrato de amônio.

No caso de aplicação de uréia no solo, recomenda-se que esta seja incorporada a 5-10 cm de profundidade, para redu-

QUADRO 6 – Sugestões de Parcelamento para Aplicação de Nitrogênio na Cultura do Milho, para Solos Argilosos e Arenosos				
Solo	Número de Folhas			
	6	8	12	16
Argiloso	50	% do N a ser aplicado		20
		30	50	
Arenoso	30	30	20	20

zir as possíveis perdas por volatilização.

### 4. Calagem

A calagem, quer seja para elevar o pH do solo, eliminar o alumínio tóxico ou fornecer uma saturação adequada de cálcio e magnésio trocáveis, é essencial para o êxito do programa de adubação e para a obtenção de produtividades elevadas.

Esta prática, por ser comum à agricultura de sequeiro, é tratada com maiores detalhes por Freire, no artigo Calagem e Adubação do Milho, desta revista.

## CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE MILHO IRRIGADO

A irrigação, em geral, se insere num contexto em que se utiliza uma alta tecnologia na busca de um aumento acentuado de produtividade. A eficiência econômica da irrigação em uma determinada cultura está na forte dependência da relação entre esse aumento de produtividade e os custos adicionais necessários à sua implantação. Estes custos dizem respeito à depreciação e manutenção do equipamento, gastos com energia, mão-de-obra mais especializada e quantidades adicionais de insumos (fertilizantes, defensivos e herbicidas) exigidos pelo sistema irrigado.

Esse é, aproximadamente, o conteúdo das considerações econômicas de um sistema de irrigação que, em linhas gerais, será utilizado aqui. Um sistema irrigado, tecnicamente concebido, será comparado com um outro, de sequeiro utilizando alta tecnologia.

As diferenças entre os dois sistemas, observadas no Quadro 7, consubstanciaram-se em aumento na quantidade utili-

zada de adubo pelo sistema irrigado, tanto no plantio quanto em cobertura; aumento no uso de defensivos; aumento na demanda de mão-de-obra para colheita e transporte, diante da expectativa de uma maior produção; e aumento no uso da água para irrigação. Nota-se que o sistema não inclui uma demanda de serviço específico para irrigação, isto porque, no dimensionamento do custo da irrigação em si, essa mão-de-obra já se acha incluída.

O Quadro 7 contém uma dimensão do custo operacional por hectare de milho cultivado tecnicamente em cultura de sequeiro e em lavoura irrigada. Alerta-se para o fato de que alguns preços que aparecem são os preços de mercado em julho de 1988; outros foram ajustados pelo valor da OTN quando apenas disponíveis em período anterior. Os preços anotados, ademais, não contemplam oscilações sazonais muito comuns neste tipo de mercadoria. O preço da água inclui todos os custos envolvidos, inclusive depreciação, energia e mão-de-obra gastas. A composição de custos apresentada é, dessa forma, um indicativo, e não deve ser tomada como a dimensão real de quanto se gasta para cultivar 1 ha de milho sob uma forma ou outra. Os cuidados tomados na elaboração, porém, asseguram que a disparidade entre o resultado e a realidade não é suficiente para mascarar a análise pretendida. Para que se tenha uma idéia razoavelmente atualizada, os custos foram transformados em OTN.

O cultivo de milho, tecnicamente conduzido mas sem irrigação, custaria na concepção exposta 29,46 OTN/ha, 65% dos quais seriam gastos com insumos. Destacam-se, entre os insumos, o gasto com adubos, 35% do total do custo, e com herbicida, 18,57% do total. Dentre os

QUADRO 7 – Custo Operacional de Milho em Lavoura de Sequeiro e Irrigada, para 1 ha, em Cz\$ e OTN (Preços Válidos para Julho de 88)

Especificação	Lavoura de Sequeiro					Lavoura Irrigada			
	Unidade	Quant.	Preço	Valor		Quant.	Preço	Valor	
				Cz\$	OTN			Cz\$	OTN
<b>A. Materiais</b>									
Sementes	kg	20	120	2.400	1,50	20	120	2.400	1,50
Adub. plantio (4-30-16)	kg	200	50	10.000	6,26	350	50	17.500	10,95
Adub. cob. – Sul. Amônio	kg	–	–	–	–	100	48	4.800	3,00
Adub. cob. – Uréia	kg	90	72	6.480	4,05	180	48	8.640	5,41
Inseticida para tratamento de sementes		0,4	6.500	2.600	1,63	0,4	6.500	2.600	1,63
Inseticida para combate à lagarta		–	–	–	–	0,5	2.200	1.100	0,69
Herbicida		0,5	1.750	8.750	5,47	5,0	1.750	8.750	5,47
Fumigante	Tab.	12,0	9	108	0,07	32,4	9	291,60	0,18
Inseticida para grãos		2,0	175	350	0,22	5,4	175	945	0,59
Formicida		1,0	105	105	0,07	1,0	105	105	0,07
Subtotal	–	–	–	30.793	19,27	–	–	47.131,60	29,49
<b>B. Serviços</b>									
Aração	HT	3,0	1.134	3.402	2,13	3,0	1.134	3.402	2,13
Gradagem	HT	3,0	1.134	3.402	2,13	3,0	1.134	3.402	2,13
Aplicação inseticida	HT	–	–	–	–	0,5	436	218	0,14
Adubação plantio	HT	2,0	1.134	2.268	1,42	2,0	1.134	2.268	1,42
Adubação cobertura	DH	2,0	436	872	0,55	2,0	436	872	0,55
Colheita/debulha	DH	10,0	436	4.360	2,70	27,0	436	11.772	7,37
Transporte	HT	1,0	1.134	1.134	0,71	2,7	1.134	3.061,80	1,92
Expurgo/armazenamento	DH	2,0	436	872	0,55	2,0	436	872	0,55
Água/irrigação	mm	–	–	–	–	300,0	150	45.000	28,16
Subtotal	–	–	–	16.310	10,19	–	–	70.867,80	44,37
Total	–	–	–	47.103	29,46	–	–	117.999,40	73,86

Fonte: Adaptado a partir de informações da EMATER-MG, de entrevistas com pesquisadores do CNPMS/EMBRAPA. Custo da água de irrigação foi obtido de Brito (1986).

serviços, o preparo do terreno (aração e gradagem) atinge 14,46% do custo total e a colheita, 9,16%. Esses destaques perfazem 77,19% dos custos.

Em uma lavoura irrigada, os mesmos fatores são ainda salientes, mas a sua importância relativa é alterada para menos, em razão do alto custo da água. A exceção fica por conta do gasto com a colheita que, diante de uma expectativa de produção expressivamente mais elevada, a sua importância é aumentada. Esse conjunto de fatores soma agora 49% dos custos

totais. O custo da água, onde se inclui todos os gastos relativos ao investimento feito e os operacionais, responde por 38% do total. Os custos dos insumos representam, neste caso, 40%.

Comparando a composição dos custos operacionais entre os dois sistemas, observa-se que a alocação de alguns fatores é mantida constante, porque eles não são diretamente afetados pela diferença de tecnologia, como a quantidade de sementes, inseticida para tratamento de sementes, herbicidas, formicidas e servi-

ços necessários ao preparo do terreno, plantio, adubação e expurgo. A quantidade de fertilizantes, fumigantes, inseticidas para grãos, serviços de colheita e transporte crescem de acordo com a expectativa de produção. Isto salienta a diferença entre a agricultura irrigada e a de sequeiro mais água.

O acréscimo no custo total de um sistema para outro foi igual a 150,71%, sendo distribuídos entre insumos, 53,04%, e serviços, 135,43%, por causa do custo da água. Caso não se incluísse o custo da

QUADRO 8 – Participação Percentual no Custo Total dos Fatores Comuns dos não Comuns, dos Serviços Comuns, dos Serviços não Comuns e da Água com Relação às Tecnologias de Sequeiro e Irrigado

Especificação	Tecnologia para Cultura de Sequeiro		Tecnologia de Sequeiro + Água		Tecnologia para Cultura Irrigada	
	OTN	%	OTN	%	OTN	%
1. Fatores comuns às tecnologia	8,67	29,43	8,67	15,05	8,67	11,74
2. Fatores não comuns às tecnologias, em quantidade e/ou qualidade	10,60	35,98	10,60	18,39	20,82	28,19
3. Serviços em quantidades comuns às tecnologias	6,78	23,01	6,68	11,77	6,68	9,18
4. Serviços em quantidades diferentes por tecnologias	3,41	11,58	3,41	5,92	9,43	12,77
5. Água	-	-	28,16	48,87	28,16	38,12
6. Total	29,46	100,00	57,62	100,00	73,86	100,00

Fonte: Adaptado do Quadro 7, conforme texto.

água, o aumento de serviços teria sido de 59%.

No Quadro 8 são comparados três sistemas: os dois já objeto de análise e um que corresponde ao sistema com tecnologia de sequeiro, mais irrigado. Compara-se então fatores e serviços que são comuns às tecnologias apresentadas e aqueles que não são comuns. A água, quando colocada em um sistema de sequeiro, representa quase 50% do custo e por isto reduz praticamente à metade a participação dos outros itens em relação ao sistema de sequeiro. Ela representa 38% do custo total no sistema irrigado, onde é saliente a participação dos fatores que não são comuns aos outros sistemas (28,19%).

A produtividade mínima necessária para cobrir os custos operacionais por sistema seria de 1.964 kg/ha no sistema de sequeiro, 3.841 kg/ha no sistema de sequeiro mais água e 4.923 kg/ha no sistema irrigado, tomando-se o preço do saco de milho como sendo 0,9 OTN. Qualquer produtividade acima desses níveis representa lucro bruto (não descontados custos financeiros e outros encargos), e qualquer valor abaixo representa prejuízo. A adição de água em uma cultura conduzida com tecnologia de sequeiro não leva, quase sempre, a um resultado positivo

para o agricultor.

Essa análise é conduzida para uma cultura isolada, e algumas questões devem ser levantadas porque são altamente relevantes: (1) investimento em equipamento de irrigação não deve destinar-se a apenas uma atividade. Um complexo de alternativas deve existir para que se viabilize tal investimento; (2) existem diferentes tipos de conjuntos de irrigação condicionando não só a escolha de atividades como a escala de cada atividade. É possível que no caso da irrigação haja ganhos positivos de escala. Além disso, o custo da irrigação difere segundo o conjunto adotado e a escala; (3) a viabilidade da irrigação deve ser analisada do ponto de vista de toda a propriedade, com todas as alternativas viáveis. Em alguns casos, ela pode até não ser compensadora para uma atividade isolada, mas o é para o conjunto; e (4) supondo que o exercício feito represente a realidade e que boa parcela da área cultivada no Centro-Sul possa ser feita sob irrigação, o aumento de produção resultante poderá deprimir o preço do produto a um nível tal que desestime a expansão da cultura do milho e imponha limite à adoção da irrigação em milho.

Projetos de irrigação, portanto, devem não só ser precedidos de estudos de viabilidade (nível micro), mas também su-

portados por rigorosos estudos macroeconômicos de mercado dos produtos envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- ARNON, I. *Mineral nutrition of maize*. Bern, International Potash, 1975. 452 p.
- BELTRAME, L.F.S. & OLIVEIRA, J.L.B. Resposta do milho (*Zea mays*, L.) à irrigação suplementar por sulcos. CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7., Brasília, 1986. *Anais ... s.n.t. v.1*, p. 205-10.
- BRITO, R.A.L. & SCALOPP, E.S. Estimativa de custos de irrigação no Brasil. CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7., Brasília, 1986. *Anais ... s.n.t. v.3*, p. 879-99.
- DENMEAD, O.T. & SHAW, R.H. The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52: 272-4, 1960.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. *Crop water requirements*. Roma, FAO, 1976. 194 p.
- ECK, H.V. Effects of water deficits on yield components and water use efficiency of irrigated corn. *Agron. J.* 78: 1035-40, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo, Sete Lagoas,

## MILHO I

- MG. Relatório técnico anual - 1979. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1980. 121 p.
- FERERES, E. Manejo de riego; notas de aula 2. curso internacional de riego. Cordoba, s.e., 1986. 1v.
- FERERES, E. Short and long-term effects of irrigation on the fertility and productivity of soils. In: PROC. 17th. COOL INT. POTASH INSTITUTE, Bern. 1983. p. 283-304.
- FERERES, E.; HENDERSON, D.W.; PRUITT, W.O.; RICHARDSON, W.F.; AYERS, R. S. Basic irrigation scheduling. Davis, University of California, 1981. 8 p. (Leaflet, 21199) a.
- FERERES, E.; KITLAS, P.M.; GOLDFIEN, R.E.; PRUITT, W.O.; HAGAN, R.M. Simplified but scientific irrigation scheduling. *California Agric.*, 35:19-21, may-jun. 1981 b.
- FLANNERY, R.L. Plant food uptake in a maximum yield corn study. *Better crops with plant food.*, 70:4-5, 1986.
- LOPES, A.S.; VASCONCELOS, C.A.; NOVAIS, R.F. Adubação fosfatada em algumas culturas nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. In: OLIVEIRA, A.J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W.J., ed. *Adubação fosfatada no Brasil*. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. p. 137-200. 326 p.
- MENGEL, K. Fatores e processos que afetam as necessidades de potássio das plantas. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MAZZILI, O.; USHERWOOD, N.R. ed. *Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato - Instituto Internacional de Potassa, 1982. p. 195-212.
- MENGEL, D. B. & BARBER, S. A. Development and distributions of the corn root system under field conditions. *Agron. J.*, 66:341-4, 1974.
- MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração; a experiência brasileira. In: YAMADA, Y.; IGUE, K.; MUZZILI, O.; USHERWOOD, N.R., ed. *Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato - Instituto Internacional de Potassa, 1982. p. 289-303. 555 p.
- MUSECK, J.T. & DUSER, D.A. Irrigated corn yield response to water. *Trans. ASAE*, 23:92-104, 1980.
- PORRO, I. & CASSEL, D.K. Response of corn to tillage and delayed irrigation. *Agron. J.* 78:688-93, 1986.
- REICHARDT, K. Água em sistemas agrícolas. São Paulo, Ed. Manole, 1987. 188 p.
- THOMPSON JR., W.R. O enfoque multidisciplinar para atingir alta produtividade. *Inf. Agronômicas*, (28):5-6, 1984.
- VIETS JR., F.G.; HUMBERT, T.P.; NELSON, C.E. Fertilizers in relation to irrigation practice. In: HAGAN, R.M.; HAISE, H. R.; EDMINISTER, L.W. *Irrigation of agricultural lands*. Madison, American Society of Agronomy, 1967. p. 1009-1023. p. 1180.

# CULTURAS CONSORCIADAS COM O MILHO

Magno Antonio Patto Ramalho 1/  
Israel Alexandre Pereira Filho 2/  
José Carlos Cruz 3/

## INTRODUÇÃO

Grande parte do milho produzido no Brasil é proveniente de cultivos em consórcio com várias culturas, tais como café, mandioca, algodão, amendoim, cana-de-açúcar e, em especial, feijão. Em geral mais de 54% do milho produzido no Brasil advém da consorciação. Segundo EMBRAPA.CNPMS (1987), na região Nordeste 89% do milho produzido vem do sistema de consórcio; na região Norte,

58%; na Sul, 55%; na Sudeste, 35%; e na Centro-oeste, 34%. Dada a sua importância, o consórcio milho-feijão recebeu grande atenção da pesquisa a partir da década de setenta, sendo publicados inúmeros trabalhos, cujas conclusões principais já foram abordadas em outros Informes Agropecuários (Vieira et al. 1982; Vieira 1984; Chagas et al. 1984; Ramalho & Cruz 1984; Ramalho & Coelho 1984; Portes 1984). Neste trabalho serão discutidos principalmente os resultados gerados pela pesquisa nos últimos anos, enfocando tanto o cultivo simultâneo das duas culturas como também o cultivo de substituição - semeadura após a maturação do milho.

## SEMEADURA SIMULTÂNEA DO MILHO-FEIJÃO

As duas culturas são semeadas simultaneamente, no início da estação "das águas", normalmente durante os meses de outubro e novembro. A grande maioria das pesquisas realizadas foram sobre esse sistema de consórcio e quase sempre mostraram que há maior eficiência dos cultivos consorciados em relação a ambos os monocultivos.

Os resultados obtidos até o momento mostram também que o feijão, quando consorciado, apresenta menor produtividade. A redução observada em relação ao monocultivo é normalmente superior a 50% (Quadro 1). Uma pequena parte

1/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph. D, Prof. Titular/ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

2/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M. Sc, Pesq. EMBRAPA/CNPMS, Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

3/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph. D, Pesq. EMBRAPA/CNPMS, Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.