

CULTURA DO MILHO IRRIGADO

*Morethson Resende*¹

*Gonçalo Evangelista França*¹

*Vera Maria Carvalho Alves*²

1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos sistemas de irrigação é projetada de forma satisfatória, e as baixas produtividades de milho normalmente obtidas em condições irrigadas não são devidas a erros de dimensionamento do equipamento, mas sim ao manejo inadequado da cultura e da irrigação.

As tecnologias hoje recomendadas para a cultura do milho são quase todas destinadas à agricultura de sequeiro, para a qual a expectativa de produção está em torno de 4 a 6 toneladas por hectare. Em agricultura de sequeiro, o agricultor investe menos em tecnologia, em função do risco a que a cultura está sujeita (ocorrência de veranicos).

¹ Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas-MG.

² Engenheira Agrônoma, M.Sc., Pesquisadora do CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas-MG.

Com a aquisição de um equipamento de irrigação adicionam-se aos custos de produção os custos de investimento do equipamento, assim como os de manutenção e de operação. Porém, a disponibilidade adequada de água reduz os riscos, o que permite ao produtor o uso de tecnologia mais elevada, visando a obtenção de altas produtividades. Nesse ponto, é relevante considerar que "agricultura irrigada" é diferente de "agricultura de sequeiro mais água".

Um dos problemas da maioria dos produtores que utilizam irrigação em seus sistemas produtivos está na dificuldade para se conseguir alternativas de culturas, principalmente para a época do verão. Nesse caso, a cultura do milho apresenta-se como uma das alternativas, desde que a produtividade esteja acima dos custos de produção, que, segundo RESENDE et al. (1990a), está em torno de 5 t/ha de grãos.

Este capítulo visa sugerir tecnologias que permitam obter produtividades que tornem a cultura do milho economicamente viável em sistemas irrigados. Em condições experimentais têm-se obtido produtividade de até 10 t/ha de grãos e a nível de produtor até 8,5 t/ha de grãos, em diferentes condições edafoclimáticas.

2. PRÁTICAS CULTURAIS

A obtenção de altas produtividades só é possível através da integração de várias práticas adequadamente balanceadas ao longo do ciclo da cultura do milho, destacando-se: calagem, adubação de plantio, cultivar, controle de pragas do solo e da parte aérea, plantio e população de plantas, controle de plantas daninhas e adubação de cobertura.

2.1. Correção do solo

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

A correção da acidez do solo através da calagem é de fundamental importância para reduzir a toxidez de alumínio, fornecer cálcio e magnésio para as plantas e aumentar o pH do solo para valores de 6,0 a 6,5, faixa na qual a disponibilidade da maioria dos nutrientes é maior. Valores acima dessa faixa podem causar deficiência de micronutrientes como ferro, manganês, zinco e cobre, entre outros.

2.2. Adubação de plantio

A adubação de plantio deve ser baseada na análise da fertilidade do solo, no histórico de uso da área e na produtividade esperada.

As tabelas de recomendação em uso se destinam basicamente à cultura do milho para condições de sequeiro, com produtividade esperada de 4 a 6 t/ha de grãos; no entanto, de acordo com a Tabela 1, para uma produtividade esperada de 8 t/ha a cultura retira do solo 175 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ e 150 kg/ha de K₂O, sendo que desse último 80% retornam ao solo com a palhada. Portanto, para a adubação da cultura do milho em sistemas irrigados, com produtividade esperada maior do que aquela que consta nas tabelas de recomendação para a cultura em condições de sequeiro, a recomendação de N, P₂O₅ e K₂O deve ser aumentada, visando atender a essa maior extração e a manter o nível de fertilidade do solo nas culturas subseqüentes.

Tabela 1. Extração de nutrientes pela cultura do milho, em diferentes níveis de produtividade.

Produtividade	N	P ₂ O ₅	K ₂ 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

¹ ARNON (1975).

² FLANNERY (1986).

2.3. Cultivares

Em geral, as cultivares híbridas de milho apresentam maior potencial de produção quando as condições de água, fertilidade do solo e controle de pragas, entre outros fatores, são otimizadas. Portanto, deve-se escolher a cultivar mais indicada para a região específica, quando houver essa recomendação.

As cultivares de ciclo intermediário e de porte baixo geralmente apresentam maior potencial de produtividade, embora se possa fazer opção por

cultivares superprecoce, em função da estratégia de uso da área com relação à seqüência das culturas. Nesse caso, ainda que a produtividade de milho superprecoce seja menor, a economicidade do sistema das várias culturas pode ser maior.

2.4. Controle de pragas

As principais pragas da cultura do milho são a lagarta elasmó e a lagarta do cartucho, sendo que esta pode causar perdas na produção de até 18% (CRUZ & OLIVEIRA, 1989).

O controle da lagarta elasmó é feito através do tratamento de sementes ou do tratamento do solo utilizando carbofuran ou thiodicarb (CRUZ et al., 1983b). Dependendo do híbrido utilizado pode haver certa fitotoxidez (CRUZ & FELDMAN, 1988).

O controle da lagarta do cartucho é realizado no início de sua ocorrência, que pode ser observado através das folhas, pelo aparecimento de áreas raspadas, com as plantas ainda novas (20 a 30 dias). Após esse controle, se ocorrer reinfestação da praga, esta poderá ser observada através da presença de fezes (tipo serragem) e de furos nas folhas recém-abertas; nesse ponto faz-se novo controle. Esses controles da lagarta do cartucho podem ser feitos com methomil ou chlorpirifos (CRUZ et al., 1983a) aplicados por sistema convencional ou através da água de irrigação por aspersão. Resultados promissores têm sido encontrados pelo CNPMS/EMBRAPA utilizando baculovírus no controle da lagarta do cartucho.

2.5. Plantio e população

A produção de grãos da cultura depende em parte da população inicial; portanto, é muito importante que se observem alguns cuidados básicos no plantio, como incorporação antecipada dos restos culturais, bom preparo do solo, regulagem da plantadeira para que se obtenha a quantidade de sementes recomendada por metro de sulco, e irrigação após o plantio, com uma lâmina de água suficiente para molhar os primeiros 20 cm de solo.

Trabalhos realizados em Sete Lagoas (MG) e na região norte do Estado de Minas Gerais têm mostrado que uma população final em torno de 60.000 plantas/ha, com espaçamento entre linhas de 0,90 m, tem apresentado produtividades máximas. Para se conseguir essa população final recomenda-se utilizar de 6 a 7 sementes por metro de sulco.

2.6. Controle de plantas daninhas

Em se tratando de cultivo com adoção de tecnologia mais elevada, não é de se esperar quedas de produção devido à falta de controle de pragas e plantas daninhas na cultura do milho irrigado.

CRUZ & RAMALHO (1985) mostram que em culturas do milho sem nenhum controle de plantas daninhas ocorreram perdas de 85,5% na produção; sem controle até 30 dias após o plantio, 30,3%; com controle até 30 dias, 37,2%; e com controle até os 50 dias não houve redução de produção.

Pelo exposto, o controle de plantas daninhas torna-se relevante em cultivo com adoção de tecnologia mais elevada, podendo ser feito mecanicamente ou com o uso de herbicidas.

A maioria dos herbicidas recomendados para a cultura do milho é de pré-emergência, o que proporciona um solo livre de plantas daninhas desde o plantio (SILVA et al., 1987).

Trabalhos realizados por SILVA & COSTA (1988), com aplicação de herbicidas de pré-emergência via água de irrigação, apresentaram bons resultados, utilizando-se atrazine + simazine, atrazine + alachlor, atrazine + metolachlor ou atrazine + butylate.

2.7. Adubação de cobertura

O nitrogênio é encontrado no solo em maior quantidade na forma de nitrato, que é extremamente móvel, estando sujeito a perdas por lixiviação, justificando, assim, o seu parcelamento ao longo do ciclo da cultura, visando uma melhor utilização.

A quantidade de 10 a 15 kg/ha de N é suficiente como adubação de plantio e o restante deve ser aplicado em cobertura, com parcelamento dependente do tipo de solo e da demanda pela planta.

As recomendações atuais para adubação nitrogenada em cultura de sequeiro variam de 30 a 60 kg/ha de N. Assumindo-se que são necessários 20 kg/ha de N para cada tonelada de grão produzida, que a maioria dos solos brasileiros tem capacidade para suprir nitrogênio para a produção de 3t/ha de grãos (RESENDE et al., 1990a) e considerando ainda uma eficiência de utilização de 70% para os fertilizantes nitrogenados, recomenda-se de 100 a 120 kg/ha de N em cobertura, para se obterem produtividades de 7 a 8 t/ha de grãos.

A utilização de trator para a aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado após o desenvolvimento da oitava folha não é viável, devido à altura das plantas. Por isso, recomenda-se a aplicação via água de irrigação. Esta recomendação é baseada em resultados obtidos pelo CNPMS/EMBRAPA, em solos de textura argilosa e de textura média, não havendo diferença entre a aplicação no solo e via água de irrigação. Deve-se considerar também a grande redução no custo com a adoção dessa prática.

A Tabela 2 apresenta sugestões de parcelamento do nitrogênio para a cultura do milho em função do tipo de solo e do número de folhas totalmente desenvolvidas.

Tabela 2. Porcentagem de nitrogênio a ser aplicada em cada parcelamento.

Solo	Número de folhas ¹			
	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.

Fonte: RESENDE et al. (1990a).

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

3. MANEJO DE IRRIGAÇÃO

A prática da irrigação deve ser recomendada quando as outras tecnologias para obtenção de altas produtividades são utilizadas, principalmente devido ao seu alto custo de investimento, de manutenção e de operação.

Após a implantação de um projeto de irrigação, o produtor deve ser orientado para que possa obter o máximo de rendimento do sistema em uso. Isso significa estabelecer o momento de se efetuar as irrigações e a lâmina de água a ser aplicada, evitando-se, assim, a redução da produção devido à falta ou ao excesso de água. Segundo MUSECK & DUSER (1980) e ECK (1986), as fases mais sensíveis à deficiência de água na cultura do milho, em ordem decrescente, são: florescimento, enchimento de grãos e desenvolvimento vegetativo.

O consumo de água em uma área cultivada pode variar em até 3 épocas com relação às fases do ciclo da cultura, e variar também em até 3 ocasiões com relação à época do ano. A combinação desses dois fatores poderá ocasionar erros acima de 600%, no que se refere ao total de água aplicado e ao intervalo das irrigações, se nenhuma estimativa for feita para essas determinações.

Em manejo de irrigação, vários métodos podem ser utilizados para se estimar a lâmina de água a ser aplicada e o momento de se efetuar as irrigações.

3.1. Método do balanço de água

Esse método é feito à semelhança do balanço de uma conta bancária, em que os depósitos são feitos através da irrigação ou da 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.

Para o cálculo da lâmina (LL) emprega-se a 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 (g água/g solo);

da = densidade aparente (g solo/cm³ solo);

Ne = nível de esgotamento permissível. Recomenda-se Ne = 0,6 para condições em que a ETc é maior que 5 mm/dia e 0,8 para ETc menor do que 3 mm/dia;

Pr = profundidade efetiva do sistema radicular (cm). Segundo resultados de RESENDE et al. (1990b), para solos sem limitações físicas ou químicas ao crescimento de raízes, consideram-se 20 cm nos primeiros 30 dias após o plantio e 40 cm após esse período.

Para o cálculo da ETc emprega-se a seguinte fórmula:

$$ETc = Eto \times Kc$$

onde:

Etc = evapotranspiração da cultura (mm/dia);

Eto = evapotranspiração de referência (mm/dia). Utilizar dados publicados, fórmulas empíricas ou dados de evaporação do tanque classe A, segundo DOORENBOS & PRUITT (1976);

Kc = coeficiente da cultura, segundo DOORENBOS & PRUITT (1976).

De posse desses resultados é possível estimar a lâmina bruta (LB) a ser aplicada em cada irrigação e o intervalo entre as irrigações, ou seja:

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

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

onde:

Ef = eficiência de irrigação, que depende do método de irrigação em uso; para aspersão utilizar Ef entre 0,7 e 0,8.

3.2. Uso do tensiômetro e do 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 de verão ou em regiões de inverno com alta taxa de evapotranspiração. Deve-se proceder à irrigação quando a tensão de água no solo atingir -0,7 atm, determinando-se, assim, "quando irrigar".

"Quando irrigar" é determinado pela evaporação do tanque classe A multiplicada pelo coeficiente da cultura e pelo coeficiente do tanque (DOORENBOS & PRUITT, 1976), dividido pela eficiência do sistema.

3.3. Uso apenas do tensiômetro

Para saber "quando irrigar" procede-se como descrito no item anterior.

O "quando irrigar" é obtido através da diferença entre a umidade do solo quando o tensiômetro indica o momento da irrigação e a umidade do solo

na capacidade de campo. Para isso, deve-se instalar tensiômetros em várias profundidades, até abaixo da profundidade efetiva do sistema radicular. Obtém-se o perfil de umidade do solo transformando os valores de tensão em umidade, através da curva de retenção de umidade do solo. O cálculo da lâmina de água a ser repostada à cultura é obtido pelo somatório da água retirada das camadas onde estão instalados os tensiômetros, dividido pela eficiência do sistema.

3.4. Uso apenas do tanque classe A

O momento de se efetuar a irrigação é obtido através da determinação da capacidade de armazenamento de água do solo na profundidade do sistema radicular, entre a capacidade de campo e a tensão em que se deseja irrigar. Quando a evaporação do tanque classe A multiplicada pelo coeficiente do tanque e pelo coeficiente da cultura for igual ao valor da lâmina que o solo pode armazenar será o momento de se efetuar a irrigação. O "quanto irrigar" é a própria lâmina usada nesse cálculo dividida pela eficiência do sistema.

4. EXPERIÊNCIAS COM PRODUTORES

Foi conduzido um trabalho no Projeto de Irrigação de Bebedouro, em Petrolina (PE), testando-se, nas condições do produtor, 3 cultivares de milho, em área de 1 hectare para cada cultivar, com uso de alta tecnologia. As produtividades das cultivares BR 106, AG 403 e Cargill 525 foram de 7.700 kg/ha, 6.276 kg/ha e 3.000 kg/ha, respectivamente, sendo que nesse último ocorreu problema de salinização na área.

O CNPMS, em conjunto com a EMATER-ES do município de Pinheiros (ES), seguindo as orientações contidas nesse trabalho para vários produtores daquela região, totalizando uma área de 2.200 ha, com uso de irrigação, no ano de 1988, obteve os seguintes resultados:

Produtividade máxima: 7.200 kg/ha;

Produtividade média: 4.310 kg/ha;

Produtividade média de dez produtores: 5.400 kg/ha;

Produtividade média em anos anteriores: 3.600 kg/ha.

Em trabalho conduzido por COELHO et al. (no prelo), com produtores do projeto Gortuba, no norte do Estado de Minas Gerais, foram conseguidos

7.200 kg/ha e 7.744 kg/ha nos cultivos de milho nos verões de 1988 e de 1989, respectivamente.

Esses autores também orientaram o plantio de 40 hectares de milho na fazenda pertencente à ADIFLOR Agro-Comercial Industrial Ltda., no Município de Buritizeiro (MG), em solo arenoso, onde foram obtidos 7.800 kg/ha de produtividade média, no ano de 1988.

O mesmo foi feito na fazenda Fortaleza, de propriedade do Sr. Moacyr Resende, no município de Rio Pomba (MG). A produtividade média alcançada foi de 8.500 kg/ha de milho em 16 hectares de plantio, no ano de 1989.

5. RESUMO

O custo de produção do milho irrigado está em torno do valor de 5 t/ha de grãos, sendo 40% desse custo devidos ao custo da irrigação. A tecnologia disponível atualmente é para cultura de sequeiro, para uma produtividade esperada de 4 a 5 t/ha de grãos. Esse capítulo descreve e recomenda algumas adaptações das práticas culturais, como população de plantas, manejo de fertilizantes, controle de plantas daninhas e insetos e manejo de irrigação, que podem elevar a produtividade a 8 t/ha de grãos. Esse índice de produtividade tem sido alcançado a nível de produtor em diferentes condições edafoclimáticas.

6. SUMMARY

Irrigated corn

The production costs of irrigated corn is estimated to be approximately 5 t/ha of corn grain, and 40% of this total is due to the irrigation cost. Today available technology for rain fed crop has indicated corn grain productivity of 4 to 5 t/ha. This chapter describes and recommends improvements concerning cultural practices such as plant density, fertilizer management, weed and insect control, and irrigation scheduling, which could increase corn grain yield to about 8 t/ha. This productivity has been obtained at farm level over a range of climatic and soil conditions.

7. LITERATURA CITADA

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize.** Bern, International Potash Institute, 1975. 452 p.

- 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. (No prelo)
- CRUZ, I. & FELDMAN, R.O. Sensibilidade de diferentes genótipos de milho ao tratamento com inseticidas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 17., Piracicaba, 1988. **Resumos**. Piracicaba, ESALQ, 1988. p.61.
- CRUZ, I. & OLIVEIRA, L.J. Danos de *Spodoptera frugiperda* em milho cultivado em solos com diferentes teores de alumínio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., Belo Horizonte, 1989. **Resumos**. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1989. p.433.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; SANTOS, J.P. Competição de inseticidas visando o controle químico de *Spodoptera frugiperda* em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, (2):235-42, 1983a.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; SANTOS, J.P. Efeito de diversos inseticidas no controle da lagarta elasmó em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 18(12):1293-301, 1983b.
- CRUZ, J.C. & RAMALHO, M.A.P. Tração animal no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mecanização na cultura do milho utilizando a tração animal**. Sete Lagoas, 1985. p.17-28.
- DOORENBOS, 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 Journal**, Madison, 75:1035-40, 1986.
- FLANNERY, R.L. Plant food uptake in maximum yield corn study. **Better Crops with Plant Food**, Atlanta, 70:4-5, 1986.
- MUSECK, J.T. & DUSER, D.A. Irrigated corn yield response to water. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, 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. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 14(164):26-34, 1990a.

- 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. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., Vitória, 1990. **Resumos**. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1990b. p.133.
- SILVA, J.B. da & COSTA, E.F. da. Herbificação; aplicação de herbicidas na cultura do milho via irrigação por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 17., Piracicaba, 1988. **Resumos**. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas, 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. **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. 3. ed. Sete Lagoas, 1987. p.31-41. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 4)