

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



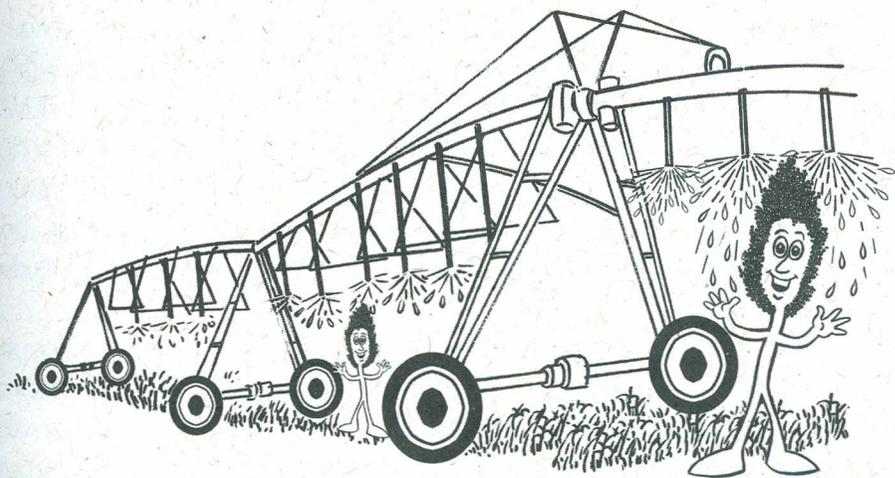
O produtor pergunta, a Embrapa responde

*Israel Alexandre Pereira Filho
José Avelino Santos Rodrigues*

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2015

4 Irrigação



*Paulo Emilio Pereira de Albuquerque
Camilo de Lelis Teixeira de Andrade*

A cultura do sorgo responde ao uso da irrigação?

Embora o sorgo seja considerado tolerante à seca, a cultura sofre os efeitos do estresse hídrico, portanto responde ao uso da irrigação. Dependendo das condições edafoclimáticas, o uso da irrigação pode dobrar ou triplicar a produtividade do sorgo granífero em relação à de sequeiro. Em condições irrigadas, já se obteve rendimento de grãos de até 11.740 kg/ha. Entretanto, em outra oportunidade, também sob condições de irrigação, já foram obtidos até 20 t/ha de grãos, somando a primeira colheita, a soca (rebrotas) e a ressoca (segunda rebrotas). Um dos híbridos testados produziu, somente na primeira colheita, mais de 10 t/ha de grãos. No Mediterrâneo, a produtividade de biomassa seca de sorgo irrigado variou de 30 t/ha a 50 t/ha; em Israel, chega a 50 t/ha; no Texas, EUA, varia de 15 t/ha a 23 t/ha; e, no Nordeste do Brasil, é de 14 t/ha.

Em algumas regiões semiáridas do mundo, como o Mediterrâneo e o Texas, EUA, a cultura do sorgo é largamente irrigada, com tendência de crescimento em razão da escassez de água e do interesse pelo sorgo para produção de forragem, biomassa energética e etanol. No Brasil, o interesse pela irrigação do sorgo vem aumentando especialmente para produção de etanol, para pastejo e, de forma suplementar às chuvas, para a produção de grãos após as culturas de verão no Centro-Oeste.



Quais são as vantagens da irrigação do sorgo?

O sorgo se adapta bem a uma ampla variação edafoclimática, como altas temperaturas, escassez de chuvas, baixa umidade do ar e solos pobres ou com salinidade moderada, consideradas marginais para outros cereais. Nessas condições, a cultura do sorgo

responde melhor ao uso da irrigação do que outras culturas de grãos, sobretudo quando se utiliza irrigação com deficit. A eficiência no uso da água do sorgo granífero é maior do que em outras culturas, como o milho, quando a irrigação é deficitária.

Com o uso da irrigação, é possível produzir sorgo sacarino e sorgo para biomassa no período de entressafra da cana-de-açúcar e, assim, contribuir para otimizar a utilização das usinas e auxiliar na estabilização do preço do etanol. Da mesma forma, em algumas regiões, com a utilização da irrigação e de variedades de sorgo para pastejo ou para silagem, é possível produzir forragem praticamente durante todo o ano.

69

O que é evapotranspiração e quando ela é maior na cultura do sorgo?

Evapotranspiração é a água evaporada da superfície do solo adicionada da água transpirada pelas plantas de sorgo. A água evaporada deve ser minimizada o tanto quanto possível, porém a transpiração das plantas é necessária em seu potencial máximo para permitir maior taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de biomassa. A evaporação da água pela superfície do solo é elevada no início do ciclo, mas diminui à medida que a cultura cobre o solo. A maior taxa diária de evapotranspiração do sorgo ocorre no período que vai da emissão da folha-bandeira até o florescimento. Em algumas regiões quentes e secas do mundo, a evapotranspiração nesse período pode chegar a 9 mm/dia.

70

O que é coeficiente de cultura (K_c) e para que serve?

Coeficiente de cultura é a relação entre a evapotranspiração da cultura do sorgo e a evapotranspiração de uma cultura hipotética, ambas sem fatores limitantes ao seu desenvolvimento. Utiliza-se o coeficiente de cultura para determinar a evapotranspiração da cultura do sorgo a partir da evapotranspiração da cultura hipotética,

e esta última pode ser estimada a partir de dados climatológicos ou de evaporação do tanque Classe A. Dados de Kc são utilizados para o zoneamento do risco climático, no planejamento e no dimensionamento de sistemas irrigados, bem como no manejo da irrigação da cultura do sorgo.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (ALLEN et al., 1998), os valores de Kc para o sorgo numa condição padrão de clima sub-úmido (umidade relativa mínima do ar em torno de 45% e velocidade do vento a 2 m de altura em torno de 2 m/s) é de 0,35 a 0,45 na fase I; de 1,10 na fase III e de 0,55 no final da fase IV. Na fase II, o valor varia linearmente entre os valores das fases I e III, o que gera um valor médio de 0,75. Distanciando-se dessa condição padrão de clima, os valores de Kc na fase III são corrigidos pela equação: $Kc = 1,10 + [0,04*(u_2 - 2) - 0,004*(UR_{\min} - 45)]*(h/3)^{0,3}$; em que u_2 é a velocidade do vento a 2 m de altura ($m.s^{-1}$), UR_{\min} é a média da umidade relativa mínima (%) e h é a altura da planta na fase III (m). A divisão do ciclo fenológico do sorgo em quatro fases para obtenção dos valores de Kc compreende desde a semeadura até a maturação fisiológica: I – período inicial; II – desenvolvimento vegetativo; III – reprodutivo; e IV – enchimento de grãos. Na prática, essas fases correspondem aproximadamente aos seguintes percentuais do ciclo total (100%): I – 20%; II – 30%; III – 30%; e IV – 20%.

Na região do Apodi, RN, lisímetros de pesagem foram utilizados para determinar os coeficientes de cultivo para sorgo forrageiro: fase I – 0,40; fase II – 0,68; fase III – 1,14; fase IV – 1,10. Em Pelotas, RS, para o sorgo sacarino foram encontrados valores de Kc de 0,25 a 0,29 na fase I e um máximo de 1,04 a 1,11 nas fases III e IV.

71

Qual é o consumo de água da cultura do sorgo ao longo do seu ciclo?

O consumo de água ou a evapotranspiração acumulada do sorgo ao longo do seu ciclo, ou consumo sazonal, varia de acordo com os seguintes fatores: condições edafoclimáticas, duração do

ciclo, manejo do solo e nível de estresse hídrico ao qual a cultura está submetida. Em regiões de clima mais quente e seco, o consumo de água é maior. Da mesma forma, o consumo de água de cultivares de ciclo mais longo é mais elevado. Entretanto, para uma mesma condição edafoclimática, o sorgo requer menos água no ciclo que o milho. Em alguns países, é possível obter boa safra de sorgo granífero com apenas 350 mm de água, contra 600 mm ou mais requeridos pelo milho. No Texas, EUA, com irrigação total, o sorgo granífero requer de 491 mm a 533 mm no ciclo, contra 441 mm a 641 mm do milho. Empregando-se irrigação com deficit, é possível produzir sorgo granífero com 206 mm de água no ciclo. Na mesma região, a produção de sorgo forrageiro com irrigação total requer de 489 mm a 671 mm de água, dependendo das condições climáticas. No Kansas, EUA, o consumo sazonal de água do sorgo granífero varia de 457 mm a 559 mm. Em Portugal, o consumo de água do sorgo sacarino foi de 450 mm, enquanto em Pelotas, RS, foi de 460 mm. Na região do Apodi, RN, o consumo de água do sorgo forrageiro foi de 564 mm em um ciclo de 92 dias. De uma forma geral, o requerimento de água do sorgo varia de 380 mm a 600 mm.

72

Que medidas podem ser utilizadas para reduzir o consumo de água em lavouras de sorgo?

Há diversas estratégias que possibilitam essa redução, quer sejam de ordem genética, quer sejam relacionadas ao manejo do sistema de produção ou da adequação do sistema de irrigação. Podem ser utilizadas cultivares mais tolerantes ao deficit hídrico ou que aprofundem mais o sistema radicular. A manutenção de palhada na superfície do solo via utilização de sistema de integração lavoura-pecuária e/ou plantio direto, o uso de espaçamento mais adensado, o controle de plantas daninhas e a data de semeadura mais apropriada para cada região ajudam na redução da evaporação da água pela superfície do solo, na fase inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. Nessa fase, o uso de irrigações menos frequentes também reduz o requerimento de água das culturas. Como

regra geral, deve-se manter o solo em torno de 50% da sua água disponível. Entretanto, em algumas regiões e dependendo das datas de semeaduras, o sorgo granífero pode tolerar um esgotamento da água do solo de até 70%.

Em regiões com escassez de água, em que a irrigação com deficit é uma alternativa, o uso de menor população de plantas reduz o consumo sazonal de água pelo sorgo. Do ponto de vista do sistema de irrigação, podem-se empregar métodos mais eficientes, melhorar a uniformidade de distribuição da água e evitar vazamentos nas tubulações. No Texas, EUA, pivôs centrais com *low energy precision application* (Lepa) e sistema de gotejamento enterrado são mais eficientes que os equivalentes convencionais, sobretudo quando se faz irrigação com deficit.

73

Que fases do ciclo da cultura do sorgo são mais sensíveis ao deficit hídrico e, conseqüentemente, ao uso da irrigação?

O sorgo granífero é mais sensível ao estresse hídrico na fase que vai da folha-bandeira até duas semanas após o florescimento. A falta de água no solo nessa fase reduz o número de sementes da panícula e atrasa o ciclo do sorgo. A segunda fase mais restritiva é a do enchimento de grãos, período no qual o estresse hídrico reduz o peso dos grãos. Em ambas as fases, o estresse hídrico reduz a produção de biomassa e, sobretudo, o rendimento de grãos. De uma forma geral, o consumo de água pelo sorgo granífero é dividido igualmente entre antes e depois do florescimento, e 75% da água é consumida entre a iniciação da panícula e o estágio de grão leitoso.

74

É possível utilizar irrigação com deficit na cultura do sorgo?

Por ser uma cultura com características de tolerância à seca, o sorgo é apropriado para utilizar irrigação com déficit. O sorgo tem habilidade para extrair água em profundidades maiores que o milho, além de produzir mais biomassa, apresentar maior índice de colheita

e maior eficiência de uso da água sob condições de deficiência hídrica. A irrigação com deficit tem potencial para aumentar a eficiência de uso da água do sorgo granífero. Em algumas regiões com escassez de água, a redução de até 50% na lâmina de irrigação suplementar às chuvas reduz em mais de 50% a produtividade do sorgo granífero. No Texas, EUA, uma redução de 48% na lâmina de irrigação diminuiu o consumo de água do sorgo de 621 mm para 560 mm no ciclo. A eficiência de uso da água aumentou e não houve efeito na produtividade do sorgo. Na Austrália, para a produção de sorgo granífero, é mais rentável pré-irrigar uma grande área associada a uma pequena área de sequeiro do que irrigar de forma total uma pequena área associada a uma grande área de sequeiro. No Texas, EUA, o uso da irrigação com deficit para a produção de sorgo para biomassa apresenta maior eficiência de uso da água do que um sistema totalmente irrigado. Entretanto, na Itália, na região do Mediterrâneo, a maior produtividade de biomassa de sorgo está subordinada a um adequado suprimento de água.

75

Qual é a população de plantas adequada para o sorgo com irrigação total e com deficit?

O estabelecimento da população correta de plantas é fundamental para o bom desempenho da cultura do sorgo. Excesso de plantas por hectare consome a água do solo antes da fase crítica, reduz o tamanho da panícula, favorece o acamamento, aumenta o consumo de água e não aumenta (ou reduz) a produtividade de grãos de sorgo. Sistemas de produção de sorgo irrigado nos EUA recomendam uma população de 175 mil a 200 mil plantas por hectare, contra 125 mil a 150 mil plantas por hectare de sequeiro. Em Israel, para o sorgo forrageiro o uso de 200 mil plantas por hectare com irrigação total proporcionou a produção de maior quantidade de matéria seca de silagem e melhor qualidade da silagem.

76

Em relação à qualidade da água de irrigação para o sorgo, quais são os fatores que devem ser levados em conta?

Quando comparado ao milho, o sorgo é quatro vezes mais tolerante à salinidade da água de irrigação. Essa tolerância é medida em relação à condutividade elétrica da água (CEa) e do extrato de saturação do solo (CEes), cuja unidade é em deciSiemens por metro (dS/m). Por exemplo, para manter o rendimento relativo da cultura em seu potencial máximo, o sorgo tolera CEa de até 4,5 dS/m e CEes de até 6,8 dS/m, ao passo que o milho tolera valores de até 1,1 dS/m e 1,7 dS/m, respectivamente. Estudos realizados no Nordeste indicam produtividades de até 15 t/ha de matéria seca de sorgo forrageiro com o uso de água moderadamente salina. O uso de esgoto tratado também proporcionou altas produtividades de sorgo forrageiro naquela região.

Há também outros contaminantes que devem ser levados em conta, como coliformes, metais pesados, agroquímicos, que são nocivos não somente à cultura, mas também ao ambiente e ao homem, especialmente quando o produto final tem como objeto a alimentação humana e animal.

77

Quais são os métodos de irrigação mais utilizados na cultura do sorgo?

Para grandes áreas de cultivo, tem-se utilizado a irrigação por aspersão do tipo pivô central. A aspersão por autopropelido é muito empregada em áreas de cana-de-açúcar quando se utiliza o sorgo sacarino na entressafra para produção de etanol. A aspersão convencional é empregada em áreas menores, onde o sorgo é cultivado para o pastejo direto do rebanho ou para a produção de silagem. A cultura do sorgo para forragem respondeu bem ao uso da irrigação temporária (banho) como alternativa à cultura do arroz inundado, havendo, todavia, a necessidade de ajustes no sistema de suprimento de água e de drenagem, que deve ser rápida.

Nos altiplanos do Texas, EUA, o sistema de pivô central com Lepa tem sido largamente empregado. Estudos apontam também o bom desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento enterrado. Ambos apresentam maior eficiência, sobretudo quando se emprega irrigação com deficit.

A eficiência global dos sistemas de irrigação nos EUA apresenta os seguintes valores: 0,50 a 0,80 (métodos de superfície); 0,70 a 0,80 (superfície com terreno bem nivelado); 0,60 a 0,90 (com uso de vazão intermitente); 0,55 a 0,75 (aspersão convencional); 0,55 a 0,90 (pivô central); 0,90 a 0,95 (pivô central com Lepa); 0,80 a 0,90 (gotejamento).

78

O que é manejo de irrigação e quais são os métodos mais importantes?

É o conjunto de procedimentos necessários para obter conhecimentos acerca do dia da irrigação e da lâmina de água necessária nesse dia recomendado. Os métodos mais comuns se baseiam em dados do solo, do clima e da planta ou na combinação entre todos eles ou alguns deles. A dificuldade do manejo da irrigação reside na obtenção desses dados, os quais podem ser medidos ou estimados para o próprio local ou obtidos de bases de dados localizadas em órgãos públicos ou privados. Os seguintes métodos podem ser citados como exemplo: a) solo (sensores de potencial e/ou umidade, como tensiômetros, blocos de resistência elétrica, constante dielétrica, etc.) – necessita combinar com a curva de retenção da água no solo, obtida em laboratório; b) clima (tanques de evaporação, como o Classe A, estações climatológicas, etc.) – necessita combinar com o coeficiente da cultura (K_c); c) planta (termômetro infravermelho, sensores de potencial da água, fluxo de seiva, porômetro, etc.) – não é comumente utilizado para o manejo em cultivos comerciais.

Qual é o melhor método de controle da irrigação na cultura do sorgo?

Não existe método melhor. Geralmente, os métodos mais precisos são mais complexos, portanto de difícil operação. O ideal é escolher um método que se adapte melhor ao perfil do produtor. Atualmente, muitos métodos possuem controles eletrônicos automatizados ou semiautomatizados, que facilitam sobremaneira as operações de campo. Entre os métodos, podem ser selecionados os tensiômetros ou blocos de resistência elétrica, combinados com a curva de retenção; o tanque Classe A apenas; ou esse tanque combinado com a curva de retenção. Todos esses métodos, se bem manejados, podem ser eficientes para o controle da irrigação do sorgo.

No Texas, EUA, tem sido empregado, com sucesso, o termômetro infravermelho, acoplado à lateral de pivôs centrais. Esse método proporciona maior eficiência de uso da água em lavouras de sorgo irrigadas com deficit.



Existem informações suficientes para o manejo adequado da irrigação do sorgo?

Em se tratando de Brasil, as pesquisas com requerimento e manejo de água para as diferentes variedades de sorgo são bastante limitadas. Para as regiões Nordeste e Sul, dados foram gerados sobretudo para sorgo forrageiro e sacarino. Nos EUA, na Europa, na Índia, em Israel e em alguns países da África, trabalhos consistentes têm sido realizados. Na ausência de informações locais ou regionais, devem-se empregar os dados consolidados pela FAO (ALLEN et al, 1998; DOORENBOS; KASSAN, 1979; DOORENBOS; PRUITT,

1977) ou os dados determinados em outros países com condições edafoclimáticas semelhantes ao Brasil, tomando-se o cuidado de fazer ajustes quanto à duração do ciclo das cultivares e quanto ao uso ou não do sistema plantio direto.

81

Em que momento deve-se suspender a irrigação na cultura do sorgo?

Em tese, toda cultura deve ser suprida de água durante todo o ciclo fenológico, que vai desde a semeadura até a maturação fisiológica. No sorgo granífero, que é o tipo do sorgo que fecha todo o ciclo, a maturação fisiológica se manifesta com o aparecimento de uma camada preta na região do hilo no grão, ocasião em que cessa o movimento de fotoassimilados para o grão. No entanto, dependendo do propósito a que se destina o sorgo, a última irrigação pode ser suspensa em períodos bem distantes da formação da camada preta no grão. Até mesmo no sorgo granífero ou no sorgo biomassa, a irrigação pode ser suspensa em torno de 15 dias antes da formação da camada preta em solos cuja capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) no grão seja superior a 10% do volume. A quantidade de dias antecipados pode variar um pouco para mais ou para menos de acordo com a demanda evaporativa (estação de inverno: demanda baixa; estação de verão: demanda alta). Já se tratando do sorgo forrageiro, a irrigação pode ser conduzida até a colheita. Quanto ao sorgo sacarino, embora o ciclo não atinja a maturação fisiológica, a irrigação pode também ser suspensa antecipadamente prevendo-se o aumento do teor de açúcares no caldo.