

## Necessidade de Irrigação Complementar do Milho Safrinha na Região Sul de Mato Grosso do Sul

39

# Circular Técnica

Dourados, MS  
Dezembro, 2016

### Autores

**Danilton Luiz Flumignan**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Irrigação e  
Drenagem, pesquisador  
da Embrapa Agropecuária  
Oeste, Dourados, MS

**Alexsandro Claudio dos  
Santos Almeida**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Irrigação e  
Drenagem, professor da  
Universidade Federal da  
Grande Dourados,  
Dourados, MS

**Gessi Ceccon**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Agronomia  
(Agricultura), analista da  
Embrapa Agropecuária  
Oeste, Dourados, MS

### Introdução

A agropecuária é a principal atividade econômica da região sul de Mato Grosso do Sul, com o predomínio da sucessão soja/milho. Nesse modelo produtivo, a soja é cultivada no verão e o milho no outono-inverno (milho safrinha).

Nesta região, os cultivos são tradicionalmente praticados sob sequeiro, ou seja, baseados exclusivamente na utilização da água das chuvas. Conforme Kottek et al. (2006), a região se localiza em uma zona de transição entre o clima tropical de savanas (Aw), mais ao norte e típico do Cerrado brasileiro, e o clima temperado úmido com verão quente (Cfa), mais ao sul e típico dos estados do Sul do Brasil. A consequência é que o clima nesta região é bastante irregular, sobretudo no que concerne à distribuição das chuvas durante as safras.

Foto: Cláudio Furukawa



Historicamente, os “veranicos” e as estiagens são os principais responsáveis pelas perdas de produtividade de grãos na região, mesmo que o produtor adote práticas agrícolas adequadas. Esses eventos climáticos costumam ocorrer na fase de maior exigência hídrica das plantas, ou seja, durante a fase reprodutiva (florescimento e granação), comprometendo a produtividade.

Essa peculiaridade regional é motivo de preocupação constante por parte do setor produtivo, e, por isso, tem sido cada vez maior o interesse pelo uso da irrigação, sendo esta realizada de forma complementar. No sistema de produção com irrigação

complementar, a maior parte da água consumida pelas culturas provém das chuvas, sendo a irrigação utilizada apenas para complementar a chuva, nos momentos em que essa venha a faltar e tornar-se insuficiente para atender as necessidades hídricas. Pesquisa conduzida por Pegorare (2005) demonstrou que o milho irrigado em Dourados pode, na média, aumentar em mais de 50% a sua produtividade, quando comparado com o de sequeiro.

Além disso, o sistema de produção soja/milho safrinha vem apresentando mudanças consideráveis nos últimos anos. Foram desenvolvidas cultivares de soja mais precoces e com maior capacidade de crescimento após o florescimento. Conseqüentemente, as sementeiras antecipadas ganharam destaque e, em razão disso, o milho safrinha passou a ser antecipado também, beneficiando-se de condições climáticas mais favoráveis por causa da redução do risco de geadas. Por sua vez, a sementeira antecipada da soja também pode ser um risco para as fases iniciais da lavoura, mesmo com pequena demanda hídrica, já que a disponibilidade de água no solo normalmente é baixa nessa ocasião (FIETZ et al., 2013). Nesse contexto, a irrigação poderia proporcionar melhores condições para a obtenção de altas produtividades da soja e do milho safrinha, possibilitando, inclusive, uma terceira safra no mesmo ano agrícola que seja adaptada às condições de baixas temperaturas no inverno.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo fazer uma análise retrospectiva do balanço hídrico de diversas safras de milho safrinha, com sementeira antecipada na região sul de Mato Grosso do Sul. Buscou-se determinar a lâmina de irrigação necessária para satisfazer a demanda hídrica da cultura durante cada fase fenológica e em todo o ciclo. Este trabalho contribui para trazer maior embasamento técnico para a emergente prática da irrigação complementar nessa região.

## Dados e considerações para as análises

O trabalho baseou-se na análise do balanço hídrico, obtido a partir de simulações dos processos de transferência de água no sistema solo-planta-atmosfera.

Foram utilizados dados climáticos de 2001 a 2013, o que permitiu a simulação de 13 safras de milho safrinha.

Os dados climáticos foram obtidos junto ao sistema Guia Clima ([www.cpa0.embrapa.br/clima](http://www.cpa0.embrapa.br/clima)), da Embrapa Agropecuária Oeste. Foram utilizados os seguintes dados da Estação Agrometeorológica de Dourados, MS: temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento. Estes serviram para estimar a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), segundo a parametrização da ASCE-EWRI (ALLEN et al., 2005). Também foram utilizados dados de precipitação (P). Todos eram diários e foram submetidos à análise de qualidade, tendo como referência as recomendações de Allen (1996), Allen et al. (1998), ASAE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 2004) e ASCE-EWRI (ALLEN et al., 2005).

O tipo de solo considerado nos cálculos foi um solo típico da região de Dourados, classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (AMARAL et al., 2000). Este é profundo, possui perfil bastante homogêneo e apresenta textura muito argilosa (60% a 70% de argila); porém, sua capacidade de retenção de água é menor que a de solos tipicamente argilosos. Nesse tipo de solo a capacidade de água disponível (CAD) é de, aproximadamente, 83 mm no primeiro metro de profundidade.

Para as simulações, considerou-se a utilização de um híbrido de milho de ciclo superprecoce. Segundo Rezende (2016), este híbrido apresenta 140 dias de ciclo na safrinha, entre a sementeira e a colheita, e duração de 18 dias na fase inicial (Estádio 0 até Estádio 1), 16 dias na fase de desenvolvimento (Estádio 1 até Estádio 2), 67 dias na fase intermediária (Estádio 2 até Estádio 8) e 39 dias na fase final (Estádio 8 até Estádio 10). Esse padrão de híbrido é representativo na região. A escala fenológica adotada foi a de Hanway (1963), adaptada por Fancelli (1986).

Dada a possibilidade de, em sistemas produtivos irrigados, a sementeira da soja ser antecipada para o dia 16 de setembro, com colheita em 11 de janeiro para um ciclo de 118 dias, neste estudo considerou-se que a sementeira do milho safrinha sempre foi realizada em 12 de janeiro. Uma sementeira antecipada nesta data poderia trazer grandes benefícios ao sistema produtivo como um todo. Assim, para um ciclo considerado de 140 dias, a colheita foi simulada para sempre ocorrer em 31 de maio. Acredita-se ainda que este calendário poderia permitir a inclusão de uma terceira safra curta para o inverno, haja vista que para a sementeira da

soja ainda restariam 107 dias. No entanto, ressalta-se que seria necessário ter em consideração a ocorrência de temperaturas baixas neste período, com possibilidade de geadas.

Foram utilizados os seguintes valores de  $K_c$ , obtidos em experimentação com lisímetros de pesagem na Embrapa Agropecuária Oeste, por Rezende (2016):  $K_{c_{ini}}$  igual a 0,5 (fase inicial),  $K_{c_{mid}}$  de 1,2 (fase intermediária) e  $K_{c_{end}}$  de 0,47 (último dia da fase final). A fase intermediária corresponde àquela de maior demanda hídrica do milho safrinha e coincide com o período que vai do Estádio 2 (oito folhas desdobradas) até o Estádio 8 (início de formação dos dentes).

A profundidade efetiva do sistema radicular, ou seja, aquela que contém 80% das raízes, foi determinada também em estudos realizados na Embrapa Agropecuária Oeste. Esta foi obtida pelo monitoramento da tensão da água no solo em diferentes profundidades durante o ciclo e identificando as camadas onde havia extração de água pelo sistema radicular. Assim, no presente estudo assumiu-se que esta é de 15 cm na fase inicial, 30 cm na fase de desenvolvimento e 40 cm nas fases intermediária e final. Por consequência, a CAD variou de 12,5 mm na fase inicial, para 24,9 mm na fase de desenvolvimento e 33,2 mm nas fases intermediária e final.

## Balanco hídrico e manejo da irrigação

Nas simulações foi realizado o balanço hídrico diário sequencial considerando-se as entradas e saídas de água no sistema. Como entrada teve-se a chuva e a irrigação e como saída a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ). Considerou-se que sempre que a umidade do solo superava a CAD, o excesso de água era perdido da parcela por drenagem profunda (abaixo da profundidade efetiva do sistema radicular) ou por escoamento superficial. Nestas situações assumiu-se que o armazenamento de água era igual à própria CAD. Além disso, desconsiderou-se a contribuição por ascensão capilar, por considerar que esta seja insignificante, quando comparada às contribuições por chuva e irrigação.

Valores de  $ET_c$  foram calculados conforme a Equação 1:

$$ET_c = ET_0 \times K_c \times K_s \quad (1)$$

sendo  $ET_c$  a evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ),  $ET_0$  a evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ ),  $K_c$  o coeficiente de cultivo (adimensional) e  $K_s$  o coeficiente de estresse hídrico (adimensional), sendo este último calculado conforme Allen et al. (1998).

Conforme recomendado por Allen et al. (1998), definiu-se que o milho tolera situações onde o armazenamento de água no solo é rebaixado a até 45% da CAD. Isso implicou na adoção do fator de depleção ( $f$ ) de 0,55. Por isso, definiu-se no manejo da irrigação que sempre que a umidade do solo fosse rebaixada para menos de 45% da CAD, seria feita a irrigação para repor a umidade necessária para atingir a capacidade de campo (CC). Além disso, para favorecer a maturação final da cultura e evitar irrigações desnecessárias, as irrigações foram suspensas a partir do 111º dia do ciclo, pois assumiu-se que, desse dia em diante, as plantas já apresentam baixa demanda hídrica e necessitam secar os grãos.

A lâmina de irrigação requerida pela cultura (necessidade de irrigação ou lâmina real -  $L_r$ ) foi definida como sendo a lâmina de água necessária para elevar o armazenamento atual de água no solo para a condição de CC. A lâmina bruta de irrigação ( $L_b$ ), a qual considera a eficiência do sistema de irrigação, foi definida assumindo-se o uso do método de irrigação por aspersão, do tipo pivô central. Para esse sistema assumiu-se que a eficiência de aplicação de água era de 80%. Assumiu-se também que o pivô central havia sido dimensionado para aplicar a lâmina necessária em 1 dia.

Considerando-se as sementeiras ocorrendo em 12 de janeiro, o retrospecto climático demonstrou que as condições iniciais de umidade do solo sempre foram favoráveis e, por isso, não foi considerada a realização de nenhuma irrigação após a sementeira, para melhorar a umidade inicial. Assim, tanto as simulações do sistema irrigado quanto de sequeiro presumiram a existência de umidade do solo na condição de CC no dia da sementeira, para iniciar as simulações.

## Safra 2002 (mais crítica)

Na safra 2002 as chuvas não foram favoráveis ao cultivo do milho safrinha. Durante a safra, a precipitação total foi de 476,4 mm, sendo que 44,3 mm ocorreram entre os estádios 0 e 1, 179 mm entre os estádios 1 e 2, 133,2 mm entre os estádios 2 e 8 e 119,9 mm entre os estádios 8 e 10 (Tabela 1). O déficit hídrico acumulado durante toda a safra foi de 315,5 mm.

Esta safra foi a mais crítica dentre todas as avaliadas e isso resultaria na maior necessidade de irrigação para atender as necessidades hídricas da cultura. De acordo com as simulações, seria necessária a aplicação de 430,1 mm de lâmina d'água via irrigação durante a safra, divididos em 22,4 mm entre os estádios 0 e 1, 18 mm entre os estádios 1 e 2, 337,5 mm entre os estádios 2 e 8 e 52,1 mm entre os estádios 8 e 10 (Tabela 1). Sabe-se que a fase compreendida entre os Estádios 2 até o 8 é aquela de maior demanda de água pelo milho e na safra 2002 ela coincidiu com a baixa

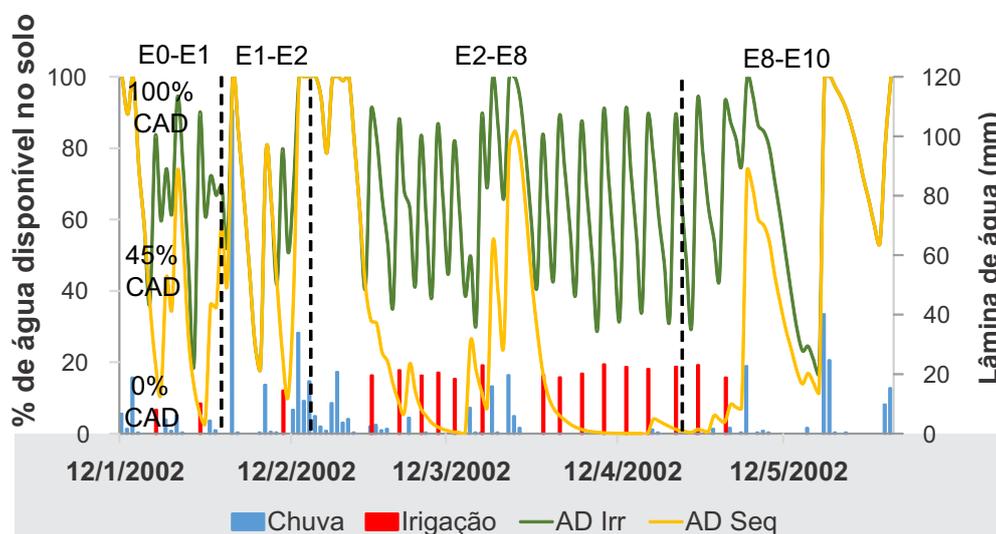
oferta de chuvas. Por consequência, foi necessária maior oferta de água por irrigação. A lâmina de água simulada nesta fase respondeu por 78,5% da água aplicada nessa safra.

Conforme pode ser observado na Figura 1, o milho safrinha que estivesse sendo cultivado sob sequeiro teria enfrentado períodos de deficiência hídrica em todas as fases, pois a umidade do solo foi muitas vezes rebaixada para menos de 45% da CAD, em consequência da falta de chuvas. Isso ocorreu principalmente na fase intermediária (Estádios 2 até o 8). Por sua vez, em razão das irrigações simuladas no cultivo irrigado do milho safrinha, o armazenamento de água no solo foi repostado para a CC sempre que a umidade foi rebaixada para valores menores do que 45% da CAD. Isso assegurou que a umidade estivesse sistematicamente entre 45% e 100% ao longo de todo o ciclo, exceto após o 111º dia, ocasião em que as irrigações foram suspensas pelo critério de manejo adotado.

**Tabela 1.** Resumo da simulação do balanço hídrico da safra 2002 de milho safrinha na região de Dourados, MS.

Fase	DC	P	ET <sub>0</sub>	ET <sub>m</sub>	ET <sub>r</sub>	L <sub>b</sub>
Ciclo total	22	476,4	652,0	584,1	268,6	430,1
Estádio 0 a 1	3	44,3	99,8	46,4	32,4	22,4
Estádios 1 a 2	5	179,0	88,2	68,6	58,5	18,0
Estádios 2 a 8	9	133,2	328,1	364,8	132,2	337,5
Estádios 8 a 10	5	119,9	135,9	104,3	45,5	52,1

Nota: DC = Número de dias chuvosos (acima de 5 mm); P = precipitação (mm); ET<sub>0</sub> = evapotranspiração de referência (mm); ET<sub>m</sub> = evapotranspiração máxima do milho safrinha (mm); ET<sub>r</sub> = evapotranspiração real do milho safrinha (mm); L<sub>b</sub> = lâmina bruta de irrigação necessária (mm).



**Figura 1.** Dinâmica da chuva, da irrigação e da água disponível no solo simulada para o milho safrinha irrigado (AD Irr) e de sequeiro (AD Seq) durante a safra 2002, na região de Dourados, MS.

A consequência da dinâmica demonstrada na Figura 1 se traduz na Figura 2, onde é apresentada a diferença entre a evapotranspiração máxima do milho safrinha ( $ET_m$ ), aquela relacionada à cultura conduzida sem limitação hídrica, ou seja, irrigada, e a evapotranspiração real ( $ET_r$ ), aquela que seria observada no cultivo de sequeiro. Na Figura 2 nota-se que as irrigações simuladas garantiriam que o milho safrinha pudesse evapotranspirar nas suas taxas máximas, diferentemente do cultivo de sequeiro, que teria suas taxas de evapotranspiração bastante reduzidas, por conta da deficiência hídrica. Em última instância, a consequência prática dessa limitação das taxas evapotranspiratórias seria a redução drástica da produtividade da lavoura.

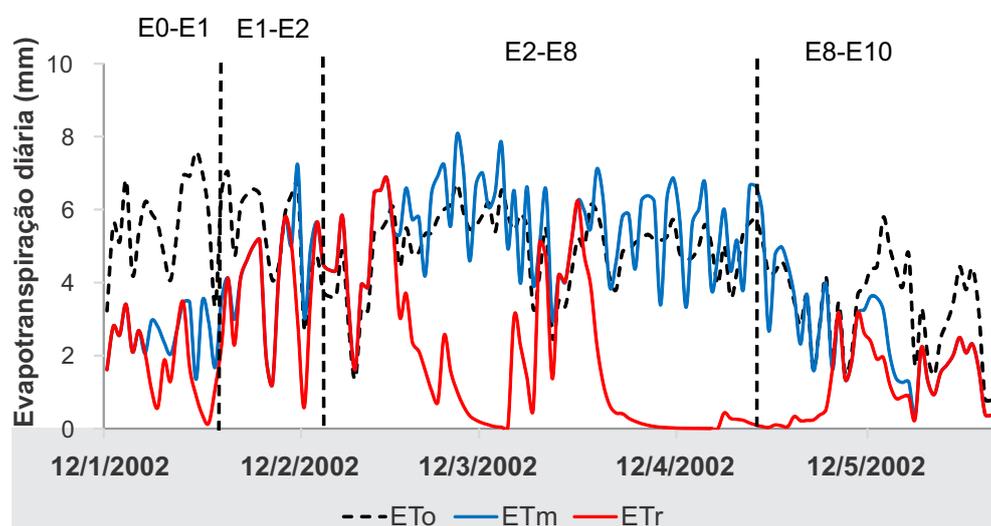
## Safra 2011 (mais favorável)

A safra 2011 foi aquela mais favorável ao cultivo do milho safrinha em condições de sequeiro. Durante essa safra, a precipitação total foi de 744 mm, dos quais 204,8 mm ocorreram entre os estádios 0 e 1, 175,2 mm entre os estádios 1 e 2, 292,8 mm entre os estádios 2 e 8 e 71,2 mm entre os estádios 8 e 10 (Tabela 2). O déficit hídrico acumulado no ciclo completo foi de 105,8 mm.

Essa safra foi a menos restritiva dentre todas as avaliadas, o que resultaria em pouca necessidade de irrigação para atender as necessidades hídricas do milho safrinha. Mesmo assim, a distribuição irregular das

chuvas e a baixa capacidade de armazenamento de água no solo fizeram com que pequenos períodos de deficiência hídrica se estabelecessem. Por isso, conforme a simulação demonstra, seria necessária a aplicação de 166,4 mm de lâmina d'água durante toda a safra, devendo toda essa lâmina ser aplicada entre os Estádios 2 e 8 (Tabela 2). Nenhuma irrigação seria necessária durante o restante do ciclo.

A Figura 3 evidencia que o milho safrinha cultivado sob sequeiro teria enfrentado pouca deficiência hídrica ao longo do ciclo, pois a umidade do solo esteve naturalmente acima de 45% da CAD, por causa das chuvas mais regulares nessa safra. Ainda assim, alguns períodos mais significativos de deficiência hídrica ocorreram e coincidiram com a fase que impacta mais a produtividade (estádio 2 até estágio 8). Por isso, observa-se que alguns eventos de irrigação teriam sido necessários para de fato assegurar que a umidade não fosse rebaixada para menos de 45% da CAD e, dessa forma, impedir que houvesse quebra na produtividade.

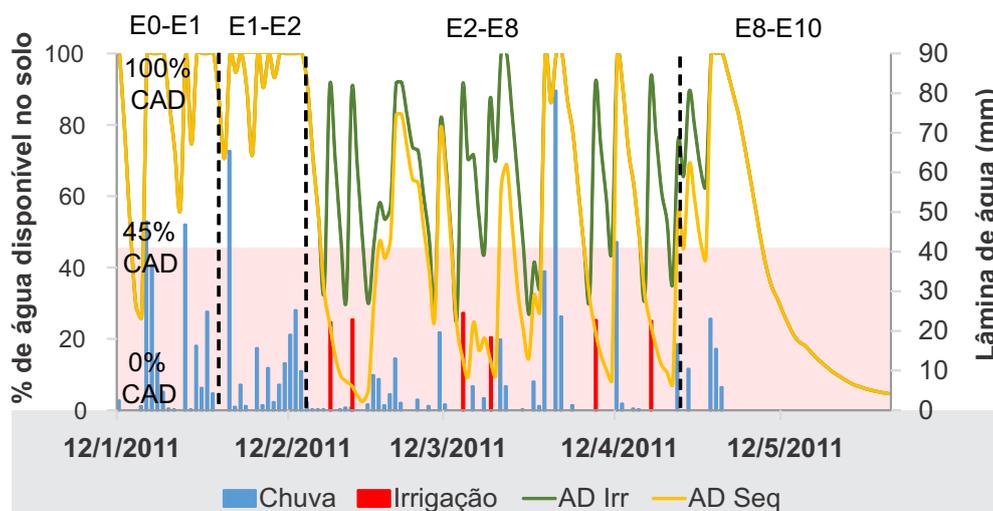


**Figura 2.** Dinâmica da demanda evaporativa da atmosfera ( $ET_o$ ), da evapotranspiração máxima do milho safrinha ( $ET_m$ ) e da evapotranspiração real do milho safrinha ( $ET_r$ ) simulada durante a safra 2002, na região de Dourados, MS.

**Tabela 2.** Resumo da simulação do balanço hídrico da safra 2011 de milho safrinha na região de Dourados, MS.

Fase	DC	P	ET <sub>0</sub>	ET <sub>m</sub>	ET <sub>r</sub>	L <sub>b</sub>
Ciclo total	33	744,0	546,8	475,0	369,2	166,4
Estádio 0 a 1	7	204,8	94,1	44,2	44,2	0,0
Estádio 1 a 2	9	175,2	71,0	60,7	60,7	0,0
Estádio 2 a 8	12	292,8	280,9	313,7	211,3	166,4
Estádio 8 a 10	5	71,2	100,8	56,5	53,1	0,0

Nota: DC = Número de dias chuvosos (acima de 5 mm); P = precipitação (mm); ET<sub>0</sub> = evapotranspiração de referência (mm); ET<sub>m</sub> = evapotranspiração máxima do milho safrinha (mm); ET<sub>r</sub> = evapotranspiração real do milho safrinha (mm); L<sub>b</sub> = lâmina bruta de irrigação necessária (mm).

**Figura 3.** Dinâmica da chuva, da irrigação e da água disponível no solo simulada para o milho safrinha irrigado (AD Irr) e de sequeiro (AD Seq) durante a safra 2011, na região de Dourados, MS.

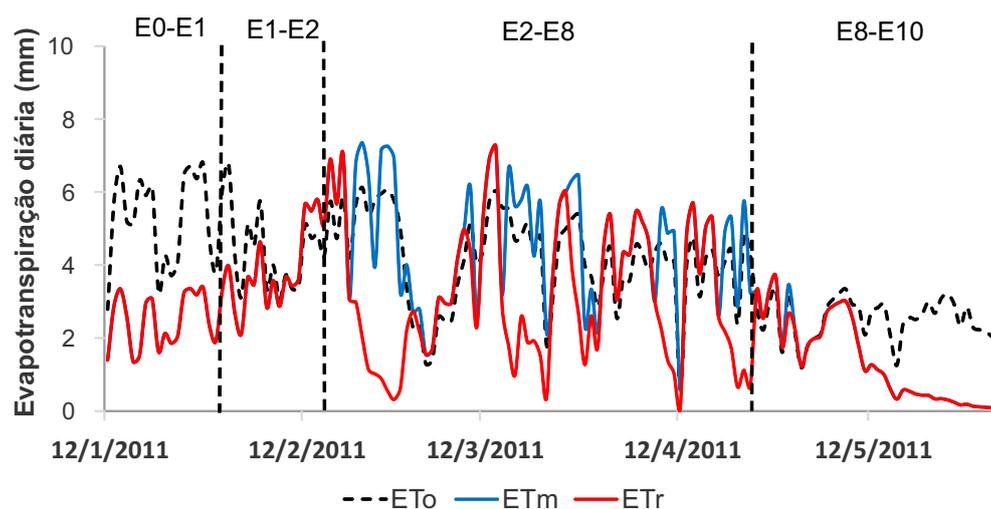
Embora tenha havido pouca necessidade de irrigação nesta safra, em alguns momentos ela existiu. Por isso, conforme observa-se na Figura 4, o milho safrinha irrigado teria apresentado taxas de evapotranspiração (ET<sub>m</sub>) iguais ou superiores àquelas observadas no cultivo de sequeiro (ET<sub>r</sub>). No caso desta safra em especial, a ocorrência de deficiências hídricas foi observada somente na fase mais crítica (estádio 2 até estágio 8), porém salienta-se que esta fase é a grande responsável pelo alcance do potencial produtivo e por isso o déficit hídrico não poderia ocorrer. Assim, se nesta fase a evapotranspiração seria limitada no cultivo de sequeiro, é natural que a produtividade não teria atingido seu potencial, tal qual teria atingido o cultivo irrigado.

## Resumo das safras

Conforme se observa na Tabela 3, mesmo nas safras de maior oferta de chuvas para o cultivo do milho safrinha, alguns eventos de irrigação seriam necessários para atingir o potencial produtivo.

O valor médio de chuvas por safra (579,8 mm) é superior à média da necessidade hídrica da cultura, ET<sub>m</sub> (517,1 mm). Entretanto, as simulações indicam necessidade de irrigação em todas as safras avaliadas, variando de 166,4 mm a 430,1 mm de L<sub>b</sub> a ser irrigada, com média de 294,2 mm. Essa necessidade pode, portanto, ser atribuída à distribuição irregular das chuvas durante as safras.

Por isso, a irrigação complementar para a produção de milho safrinha na região sul de Mato Grosso do Sul é tecnicamente justificável e deve ser entendida como um fator de produção fundamental, para permitir a obtenção de níveis máximos de produtividade. Caso contrário, conforme demonstram os dados deste trabalho, os níveis de produtividade do milho safrinha continuarão sendo variáveis todos os anos, em função da variabilidade das chuvas e do consequente déficit hídrico. Mesmo que o produtor adote práticas agrícolas recomendadas, como ausência de revolvimento do solo e manutenção de palhada no solo, a ocorrência de deficiências hídricas sempre será um dos fatores limitantes para a obtenção de produtividades máximas.



**Figura 4.** Dinâmica da demanda evaporativa da atmosfera ( $ET_0$ ), da evapotranspiração máxima do milho safrinha ( $ET_m$ ) e da evapotranspiração real do milho safrinha ( $ET_r$ ) simulada durante a safra 2011, na região de Dourados, MS.

**Tabela 3.** Resumo das simulações do balanço hídrico do ciclo total das safras 2001 até 2013 de milho safrinha na região de Dourados, MS.

Safra	DC	P	$ET_0$	$ET_m$	$ET_r$	DH	$L_b$
2001	38,0	773,8	602,6	549,9	410,1	139,8	219,2
2002	22,0	476,4	652,0	584,1	268,6	315,5	430,1
2003	22,0	533,4	589,9	529,0	351,4	177,6	277,2
2004	32,0	675,6	637,9	572,4	319,7	252,7	354,4
2005	17,0	364,7	613,2	532,1	206,8	325,3	410,9
2006	25,0	538,7	555,7	450,9	329,4	121,5	206,3
2007	27,0	577,8	575,7	516,2	333,7	182,5	280,3
2008	28,0	609,0	545,9	484,7	340,1	144,6	234,5
2009	16,0	293,2	586,9	521,4	220,9	300,5	390,0
2010	22,0	519,4	580,8	533,7	273,5	260,2	355,7
2011	33,0	744,0	546,8	475,0	369,2	105,8	166,4
2012	27,0	658,0	531,1	487,7	328,8	158,9	235,1
2013	28,0	773,5	547,6	484,5	325,2	159,3	264,2
<b>Média</b>	<b>25,9</b>	<b>579,8</b>	<b>582,0</b>	<b>517,1</b>	<b>313,6</b>	<b>203,5</b>	<b>294,2</b>

Nota: DC = Número de dias chuvosos (acima de 5 mm); P = precipitação (mm);  $ET_0$  = evapotranspiração de referência (mm);  $ET_m$  = evapotranspiração máxima do milho safrinha (mm);  $ET_r$  = evapotranspiração real do milho safrinha (mm); DH = deficiência hídrica (mm);  $L_b$  = lâmina bruta de irrigação necessária (mm).

## Considerações finais

Os resultados deste trabalho demonstram que o uso da irrigação é fundamental para permitir que o milho safrinha expresse seu potencial produtivo na região sul de Mato Grosso do Sul.

Mesmo em safras com quantidade e distribuição de chuvas mais "satisfatórias", as simulações indicam que sempre houve necessidade de complementação com irrigação para atender a demanda de água do milho safrinha durante o seu ciclo.

Por ser uma região com baixa oferta e/ou irregularidade na oferta de chuvas na safra de outono-inverno, o uso da irrigação complementar seria estratégico para garantir o suprimento hídrico adequado ao milho safrinha, proporcionando a condição ideal para o alcance de produtividades altas e estáveis. Salienta-se ainda que, em um sistema produtivo irrigado, a semeadura da soja pode ser antecipada e, por consequência, o milho safrinha também. Isso favoreceria o cultivo do milho safrinha por colocá-lo em uma janela em que a ocorrência de geadas é bem menos frequente, além de que poderia

ser cultivado em época de maior oferta de radiação solar e temperaturas mais altas, fato que certamente contribuiria para o aumento do potencial produtivo do milho.

## Referências

- ALLEN, R. G. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 122, n. 2, p. 97-106, 1996.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO irrigation and drainage paper, 56).
- ALLEN, R. G.; WALTER, I. A.; ELLIOTT, R. L.; HOWELL, T. A.; ITENFISU, D.; JENSEN, M. E.; SNYDER, R. L. (Ed.). **The ASCE standardized reference evapotranspiration equation**. Reston: ASCE, 2005. 216 p.
- AMARAL, J. A. M.; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H.; CARVALHO FILHO, A.; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. **Levantamento semidetalhado dos solos do campo experimental de Dourados, da Embrapa Agropecuária Oeste, município de Dourados, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 68 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 22; Embrapa Solos. Documentos, 15).
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Measurement and reporting practices for automatic agricultural weather stations**. St. Joseph, 2004. 21 p. (Engineering practices, 505).
- FANCELLI, A. L. **Plantas alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 131 p.
- FIETZ, C. R.; GARCIA, R. A.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. **Semeadura antecipada da soja na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 22).
- HANWAY, J. J. Growth stages of corn (*Zea mays*). **Agronomy Journal**, v. 55, n. 5, p. 487-492, 1963.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.
- PEGORARE, A. B. **Efeito de lâminas de água aplicadas como irrigação suplementar no ciclo do milho safrinha sob plantio direto na região de Dourados-MS**. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados.
- REZENDE, M. K. A. **Evapotranspiração, seus componentes e coeficientes de cultivo simples ( $K_c$ ) e dual ( $K_E$  e  $K_{CB}$ ) do milho safrinha para a região de Dourados-MS**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

### Circular Técnica, 39

Embrapa Agropecuária Oeste  
BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449  
79804-970 Dourados, MS  
Fone: (67) 3416-9700  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



1ª edição  
(2016): online

### Comitê de Publicações

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*  
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*  
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore, Michely Tomazi, Oscar Fontão de Lima Filho e Tarcila Souza de Castro Silva*

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crébio José Ávila*

### Expediente

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*