

## Sorgo Sacarino: Época de Semeadura, com Base no Risco Climático, na Região Sul de Mato Grosso do Sul

30

# Circular Técnica

Dourados, MS  
Dezembro, 2014

### Autores

**Carlos Ricardo Fietz**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Agronomia  
(Irrigação), pesquisador da  
Embrapa Agropecuária Oeste,  
Dourados, MS

**Oscar Fontão de Lima filho**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Ciências  
(Nutrição Mineral de Plantas e  
Fertilidade do Solo),  
pesquisador da Embrapa  
Agropecuária Oeste,  
Dourados, MS

**Cesar José da Silva**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Agronomia  
(Produção Vegetal),  
pesquisador da Embrapa  
Agropecuária Oeste,  
Dourados, MS

**Éder Comunello**  
Engenheiro-agrônomo,  
doutorando em Engenharia  
de Sistemas Agrícolas,  
pesquisador da Embrapa  
Agropecuária Oeste,  
Dourados, MS

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

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



### Introdução

O Brasil é líder mundial na produção de etanol, a partir da cana-de-açúcar, colocando o país como referência no uso de bioenergia. A expansão do setor sucroenergético em Mato Grosso do Sul foi expressiva a partir da safra 2003/2004, em especial na produção de etanol. Em 10 anos, a partir desta safra, a produção de álcool (anidro + hidratado) aumentou 364% no estado (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 2014; UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2014).

O aumento da demanda pelo bioetanol também gerou a necessidade de se buscar alternativas para aumentar a produtividade agrícola e industrial, bem como a redução de custos de produção e melhor operacionalidade das usinas. Na entressafra da cana-de-açúcar há menor disponibilidade de etanol, o que acarreta aumentos de preço do biocombustível e risco de desabastecimento. Estudos mostram que o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) apresenta grande potencial, tanto técnico como econômico, para suplementar a produção de etanol e de biomassa residual para a cogeração de energia, no sistema de produção da cana-de-açúcar (SORGO..., 2011).

Semeado na primeira safra de setembro e dezembro, o sorgo sacarino pode fornecer matéria-prima para abastecimento das usinas entre os meses de janeiro a abril, época em que a indústria fica ociosa e a oferta de etanol diminui consideravelmente no País.

Outra possibilidade de aproveitamento do sorgo sacarino seria a colheita no mesmo período da cana, ou seja, semear o sorgo na segunda safra, de janeiro a abril, colhendo-o em maio-

junho. A semeadura nas áreas de renovação de canaviais pode gerar uma produção adicional de 30 milhões de litros de etanol para cada 10 mil hectares, considerando-se uma produtividade média de 3.000 litros de etanol por hectare.

Neste sentido, há interesse das destilarias de álcool pelo sorgo sacarino por causa da possibilidade de se utilizar a mesma estrutura de colheita mecanizada e processo industrial da cana-de-açúcar, amortizando os custos fixos. A viabilidade técnica e econômica da produção de etanol, a partir do sorgo sacarino, é fundamental, já que é uma cultura com um ciclo bem menor que o da cana-de-açúcar, além de apresentar alta produção por unidade de área e bom balanço energético (SORGO..., 2011), adequando-se perfeitamente no sistema produtivo sucroenergético.

O período de semeadura do sorgo sacarino, de setembro a abril, é muito amplo, sujeito a variações climáticas ligadas a temperaturas extremas, estiagens prolongadas e, ocasionalmente, risco de ocorrência de geadas durante o ciclo da cultura. É importante, portanto, estudar as melhores épocas de semeadura, tanto na primeira como na segunda safra, considerando-se os riscos de ocorrência de eventos climáticos desfavoráveis e o tipo de cultivar utilizada para plantio.

## Crítérios estabelecidos para definição do período preferencial de plantio

A análise do período preferencial para cultivo do sorgo sacarino foi realizada com base na série histórica de dados meteorológicos da Embrapa Agropecuária Oeste, coletados em Dourados, MS, no período de 1979 a 2014. Foram avaliadas onze datas de semeadura de sorgo sacarino, sendo cinco na primeira safra (safra verão): 21 de setembro, 11 de outubro, 1º e 21 de novembro e 11 de dezembro, e seis datas de semeadura na segunda safra (safrinha): 11 de janeiro, 1º e 21 de fevereiro, 11 e 21 de março e 1º de abril.

Para cada data de semeadura avaliou-se a ocorrência de deficiência hídrica nas fases críticas da cultura e de temperaturas baixas e de risco de geadas, na segunda safra, no ciclo do sorgo sacarino.

A duração do ciclo de cultivo na primeira safra foi de 120 e 140 dias, respectivamente, para cultivares de ciclo precoce e médio/tardio, enquanto na segunda safra foi de 110 e 120 dias, respectivamente, para cultivares de

ciclo precoces e médio/tardio. Considerou-se ciclo de cultivo do sorgo sacarino, o período entre a semeadura até a colheita dos colmos para industrialização, quando estes atingem o teor máximo de açúcares totais recuperáveis nos colmos, seguindo as indicações de Parrella e Schaffert (2012).

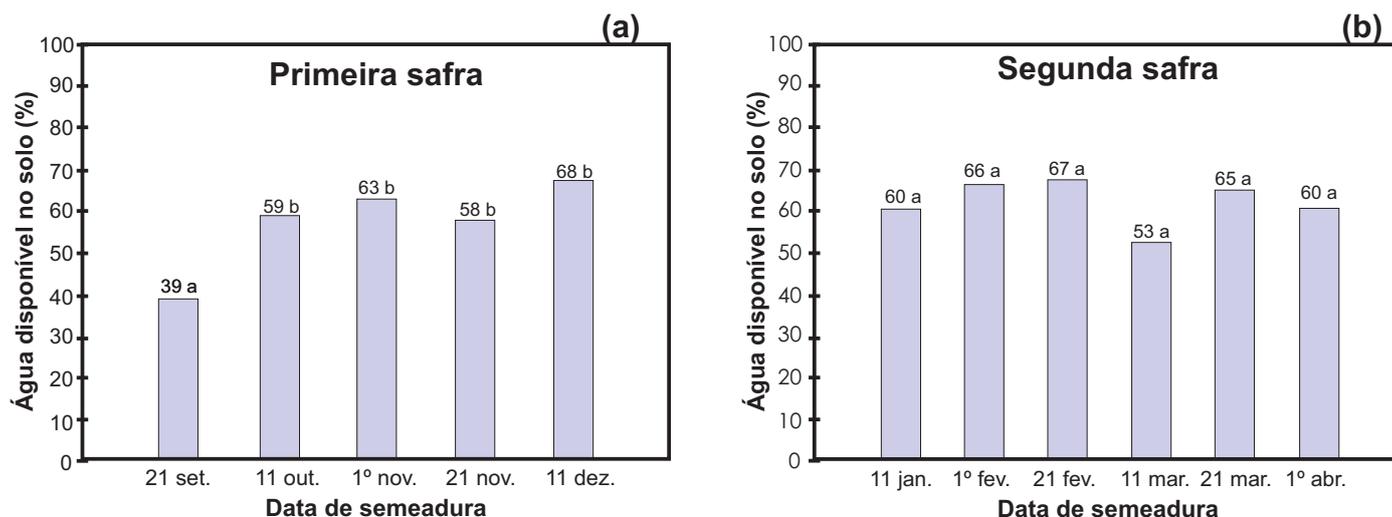
Considerou-se três fases críticas do sorgo sacarino durante o ciclo de cultivo: 1) estabelecimento e definição do número de nós, 2) acúmulo exponencial de matéria seca e 3) acúmulo de açúcares.

## Deficiência hídrica

A deficiência hídrica do sorgo sacarino foi determinada para 35 safras (1979 a 2014), com base em um balanço hídrico sequencial diário, calculado com o programa IRRWEB (FIETZ et al., 2011).

O balanço hídrico foi realizado para as três fases críticas do sorgo sacarino. Utilizou-se os seguintes critérios: a) evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), estimada pelo método Penman-Monteith FAO (ALLEN et al., 1998); b) evapotranspiração máxima da cultura ( $ET_m$ ), calculada pelo produto da  $ET_0$  com o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ); c) precipitação efetiva ( $P_e$ ), estimada pelo método Número da Curva, desenvolvido pelo Soil Conservation Service, EUA (PRUSKI et al., 2006); d) evapotranspiração real ( $ET_r$ ), calculada pelo produto de  $ET_0$  com  $K_c$  e o coeficiente de umidade do solo ( $K_s$ ), estimado pelo método linear; e) capacidade total de armazenamento de água no solo, definida em 41,6 mm para a camada de 0 a 0,50 m, com base em curvas de retenção de solos da região; f) considerou-se dia com deficiência hídrica todo aquele em que o solo estava com menos da metade da água disponível máxima; e g) havendo excesso hídrico, considerou-se que o solo necessitava de 2 dias para atingir a capacidade de campo.

Na primeira safra, em razão da menor disponibilidade de água no solo no período de semeadura (Figura 1a), o número de dias com deficiência hídrica, para o estabelecimento e definição do número de nós do sorgo sacarino, é maior nas semeaduras em setembro do que nas realizadas nos demais meses, tanto nas cultivares precoces quanto nas de ciclo médio/tardio (Tabela 1). Os menores índices de água disponível em setembro (Figura 1a) devem-se ao inverno com pouca chuva, que caracteriza a região sul de Mato Grosso do Sul. Como as chuvas mais expressivas tendem a ocorrer a partir de outubro, no final de setembro a reserva hídrica dos solos geralmente é menor.



**Figura 1.** Valores médios de água disponível no solo em diversas épocas de plantio de sorgo sacarino, semeado na primeira (a) e na segunda safra (b), na região sul de Mato Grosso do Sul, de 1979 a 2014.

**Tabela 1.** Duração média da deficiência hídrica (%) nas fases críticas do sorgo sacarino na primeira safra, em cinco épocas de semeadura, na região sul de Mato Grosso do Sul, de 1979 a 2014.

Data de semeadura	Estabelecimento e definição do número de nós	Acúmulo de matéria seca	Acúmulo de açúcares
<b>Ciclo precoce</b>			
21 de setembro	27 a	35 a	48 a
11 de outubro	1 b	36 a	47 a
1º de novembro	7 b	41 a	39 a
21 de novembro	11 b	39 a	43 a
11 de dezembro	10 b	30 a	52 a
<b>Ciclos tardio e médio</b>			
21 de setembro	24 a	44 a	46 a
11 de outubro	12 b	37 a	42 a
1º de novembro	7 b	42 a	42 a
21 de novembro	11 b	34 a	49 a
11 de dezembro	10 b	33 a	49 a

Médias seguidas de letras iguais, na vertical e para o mesmo ciclo, não diferem entre si pelo teste de Fischer, a 5% de probabilidade.

Por outro lado, não há diferença na deficiência hídrica, nas fases de acúmulo de matéria seca e de açúcares, em semeaduras de sorgo sacarino realizadas nos meses de setembro a dezembro (Tabela 1).

Nas semeaduras realizadas na segunda safra, de janeiro a abril, não há diferença na deficiência hídrica nas fases críticas do sorgo sacarino (Tabela 2). Como a disponibilidade de água no solo é similar nas várias épocas de semeadura (Figura 1b), o número de dias com deficiência hídrica é semelhante na fase de estabelecimento e definição do número de nós, em todas as épocas de semeadura (Tabela 2).

Assim como na primeira safra, a Tabela 2 mostra que na segunda safra também não há diferença na deficiência hídrica nas fases de acúmulo de matéria seca e de açúcares do sorgo sacarino semeado na segunda safra de cultivares precoces e de ciclo médio/tardio. O Zoneamento Agrícola de Risco Climático recomenda o período de 1º de janeiro a 20 de março para a semeadura de sorgo granífero na região sul de Mato Grosso do Sul (BRASIL, 2014). No entanto, os resultados deste trabalho indicam que semeaduras mais tardias do sorgo sacarino, até o início de abril, não diferem das recomendações pelo zoneamento, quando se considera somente o fator deficiência hídrica dessa cultura.

**Tabela 2.** Valores médios de dias com deficiência hídrica (%) nas fases críticas do sorgo sacarino, na segunda safra, em seis épocas de semeadura, na região sul de Mato Grosso do Sul, de 1979 a 2014.

Data de semeadura	Estabelecimento e definição do número de nós	Acúmulo de matéria seca	Acúmulo de açúcares
<b>Ciclo precoce</b>			
11 de janeiro	16 a	10 a	52 ab
1º de fevereiro	7 a	16 a	43 ab
21 de fevereiro	14 a	20 a	57 ab
11 de março	16 a	17 a	40 b
21 de março	14 a	19 a	51 ab
1º de abril	17 a	22 a	58 a
<b>Ciclos tardio e médio</b>			
11 de janeiro	12 a	24 a	43 a
1º de fevereiro	6 a	18 a	41 a
21 de fevereiro	11 a	22 a	39 a
11 de março	14 a	24 a	38 a
21 de março	13 a	23 a	44 a
1º de abril	14 a	19 a	46 a

Médias seguidas de letras iguais, na vertical e para o mesmo ciclo, não diferem entre si pelo teste de Fischer, a 5% de probabilidade.

Deve-se ressaltar que, tanto na primeira como na segunda safra, a deficiência hídrica do sorgo sacarino atinge níveis expressivos na fase de acúmulo de açúcares, com a duração superior ou próxima da metade da fase. Esses resultados demonstram que o sorgo sacarino cultivado na região sul de Mato Grosso do Sul, assim como ocorre com a soja (FIETZ et al., 2013), apresenta alto risco de deficiência hídrica, por causa da ocorrência frequente de veranicos e estiagens durante a primeira e segunda safras. Nesse sentido, práticas que reduzem os níveis de deficiência hídrica, como o Sistema de Plantio Direto na palha, devem ser adotadas, mas, em anos de veranicos e estiagens, somente com o uso da irrigação é que a deficiência hídrica do sorgo sacarino poderá ser plenamente evitada.

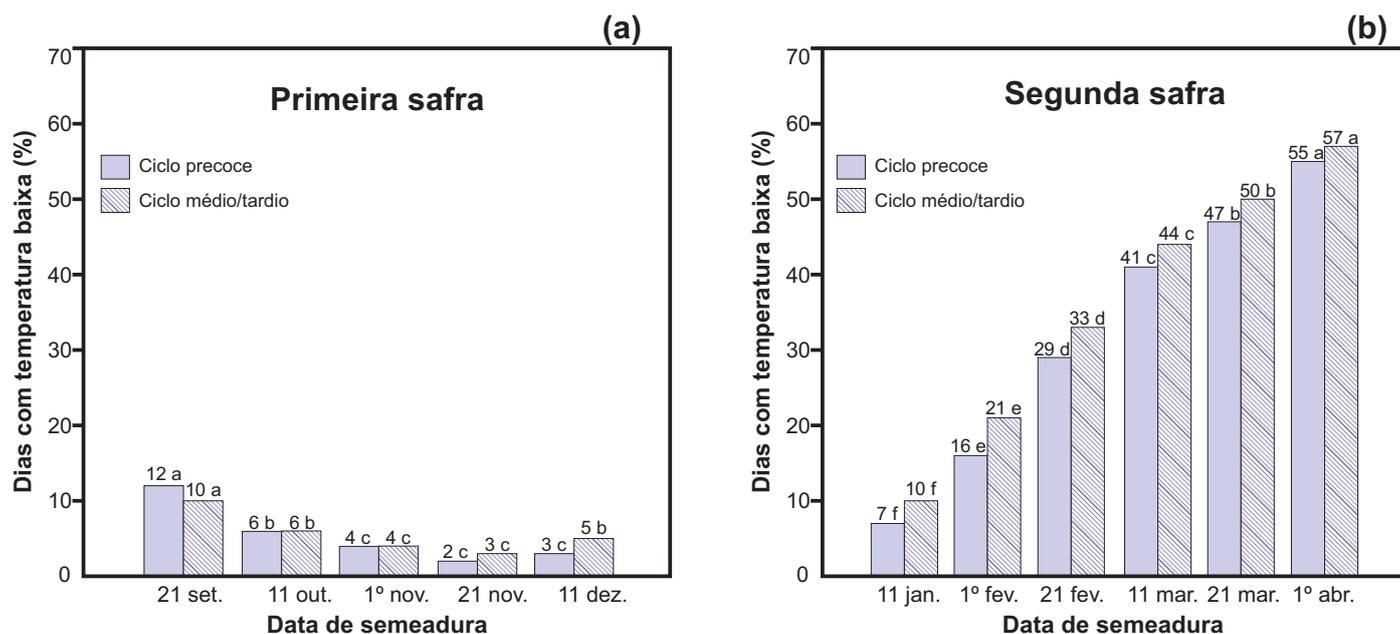
## Temperaturas do ar baixas

Em razão de sua origem tropical, o sorgo é uma das culturas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas (MAGALHÃES et al., 2014). A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento (BRASIL, 2014), sendo que temperaturas inferiores a 16 °C reduzem sua produtividade (CLEGG et al., 1983).

Neste trabalho, a ocorrência de temperaturas baixas durante o ciclo do sorgo sacarino foi avaliada em 35 safras, considerando-se como limite crítico a temperatura diária mínima de 16 °C (CLEGG et al., 1983).

De acordo com a Figura 2a, há redução no número de dias com temperaturas baixas, com o atraso da semeadura do sorgo sacarino, na primeira safra. Semeaduras realizadas em setembro resultam em maior número de dias com temperaturas baixas, pois mais de um terço do ciclo do sorgo sacarino ocorre em setembro e outubro, meses em que são frequentes temperaturas inferiores a 16 °C. Da mesma forma, nas semeaduras feitas em outubro há maior ocorrência de dias frios do que nas semeaduras de novembro e dezembro. No entanto, esse número de dias com temperaturas baixas é pequeno nas semeaduras em outubro, em média, 6% do ciclo da cultura (Figura 2a).

Quando a semeadura é realizada em novembro e dezembro, a maior parte do ciclo do sorgo sacarino ocorre no verão, de dezembro a fevereiro, período em que praticamente não ocorrem temperaturas inferiores a 16 °C. A exceção ocorre em semeaduras realizadas no início de dezembro, com cultivares de ciclo médio/tardio, que apresentam comportamento similar a semeaduras realizadas em outubro, porque a maturação fisiológica do sorgo sacarino ocorre no final de abril, período que temperaturas menores que 16 °C são mais frequentes.



**Figura 2.** Ocorrência de temperaturas baixas (inferiores a 16 °C) durante o ciclo do sorgo sacarino, na primeira (a) e segunda safra (b), na região sul de Mato Grosso do Sul.

A ocorrência de temperaturas baixas durante o ciclo na segunda safra do sorgo sacarino tem comportamento inverso do que ocorre na primeira safra, pois há aumento do número de dias com temperaturas baixas, com o atraso da semeadura (Figura 2b). Nas semeaduras em janeiro e fevereiro, a maior parte do ciclo do sorgo sacarino ocorre de janeiro à primeira quinzena de abril, período com pequena frequência de temperaturas inferiores a 16 °C. No entanto, nas semeaduras realizadas em março, grande parte do desenvolvimento do sorgo sacarino ocorre em maio e junho e, como consequência, quase metade do ciclo da cultura ocorre em dias com temperaturas baixas (Figura 2a).

A situação é ainda mais crítica em semeaduras realizadas em abril. Como a maior parte do desenvolvimento do sorgo sacarino ocorre de maio a junho, quase 60% do ciclo da cultura ocorre em dias em que a temperatura mínima é inferior a 16 °C (Figura 2b). Considerando-se que a parte industrializável do sorgo sacarino é o colmo, e o acúmulo de biomassa é função da definição do número de entrenós na fase inicial, enquanto o crescimento em comprimento e diâmetro são definidos nas fases seguintes, a ocorrência de quase 60% dos dias do ciclo da cultura com temperaturas mínimas inferiores a 16 °C causa redução drástica na produtividade.

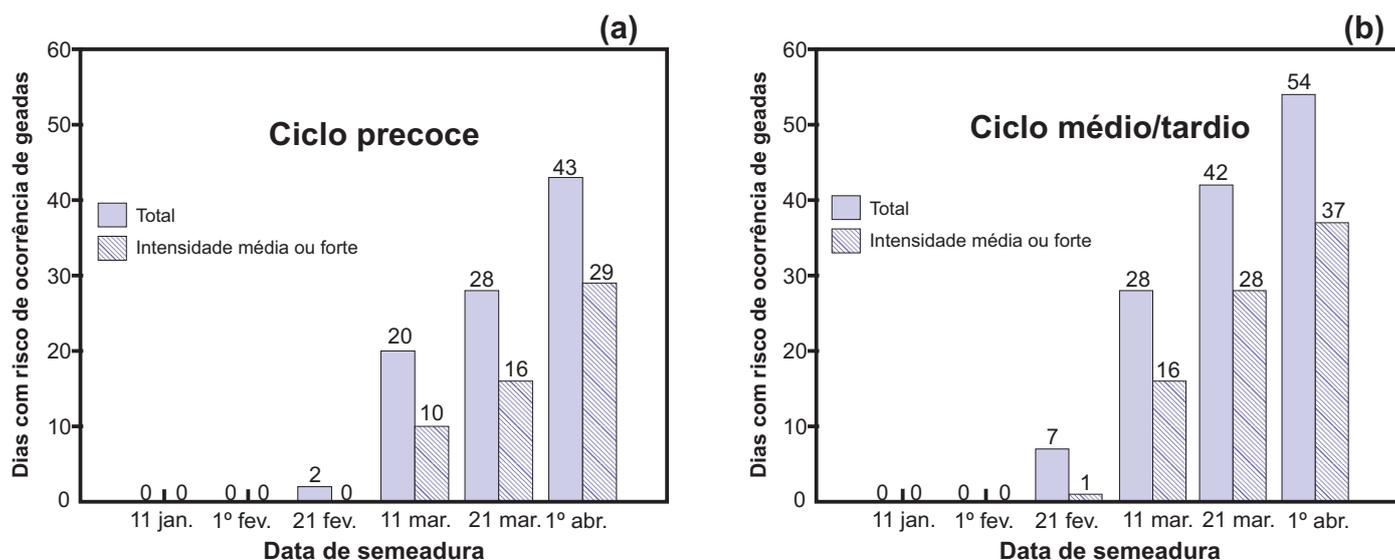
## Ocorrência de geadas

A possibilidade de ocorrência de geadas no sorgo sacarino na segunda safra foi avaliada no período da emergência até o final da fase de acúmulo de açúcares. O

risco de ocorrência foi determinado em função da temperatura mínima diária do ar ( $T_m$ ), utilizando a metodologia descrita em Iapar (2013), que classifica as geadas em três classes: fraca ( $4^\circ\text{C} \geq T_m > 3^\circ\text{C}$ ), média ( $3^\circ\text{C} \geq T_m > 1^\circ\text{C}$ ) e forte ( $T_m \leq 1^\circ\text{C}$ ).

Nas semeaduras realizadas em janeiro e início de fevereiro, o desenvolvimento do sorgo sacarino, até a fase de acúmulo de açúcares, ocorre em março e abril, período em que não há registro de geadas na série histórica da Embrapa Agropecuária Oeste, iniciada em 1979. Quando é realizada na segunda quinzena de fevereiro, a fase de acúmulo de açúcares ocorre em maio, mês com poucos registros de risco de geadas (Figura 3). Além disso, quase a totalidade dessas geadas é de intensidade fraca, que geralmente ocorrem em locais específicos com temperaturas mais baixas, como baixadas e áreas voltadas para o sul. Na semeadura realizada em março, principalmente na segunda quinzena do mês, a fase de acúmulo de açúcares ocorre em junho. Nessas condições, há um aumento considerável do risco de geadas, principalmente para cultivares de ciclo médio/tardio, com 28 registros de risco de geadas de intensidade média ou forte na região (Figura 3b).

A situação é ainda mais crítica nas semeaduras realizadas no início de abril, pois parte da fase de acúmulo de açúcares ocorre no final de junho e julho, período com a maior incidência de geadas na região sul de Mato Grosso do Sul. Por essa razão, a possibilidade de ocorrência de geadas, de intensidade média ou forte, durante o ciclo do sorgo sacarino precoce, é quase três vezes maior do que em semeaduras realizadas em 11 de março (Figura 3a).



**Figura 3.** Dias com risco de ocorrência de geada durante o ciclo do sorgo sacarino, em semeaduras na segunda safra, para cultivares de ciclo precoce (a) e médio/tardio (b), na região sul de Mato Grosso do Sul, de 1980 a 2014.

## Considerações finais

Semeaduras na primeira safra do sorgo sacarino, realizadas de outubro a dezembro, apresentam riscos similares de deficiência hídrica. Plantios em setembro devem ser evitados, pois geralmente há menor disponibilidade de água no solo neste mês. Na segunda safra do sorgo sacarino não há diferença no risco de deficiência hídrica em semeaduras realizadas de janeiro a abril. No entanto, o sorgo sacarino semeado na primeira e segunda safra, é um cultivo de risco em toda a região Sul de Mato Grosso do Sul, demonstrando que a irrigação dessa cultura, em caráter complementar, é tecnicamente viável nessa região.

Considerando o fator temperaturas baixas, semeaduras do sorgo sacarino na primeira safra, realizadas de outubro a dezembro, principalmente em novembro, são mais favoráveis, enquanto plantios em janeiro e fevereiro são mais recomendados na segunda safra.

Para reduzir o risco de geadas na segunda safra, semeaduras do sorgo sacarino em janeiro e fevereiro são mais indicadas que em março e abril.

Quando se realiza a análise conjunta desses três fatores de risco climático, recomenda-se realizar semeaduras do sorgo sacarino de outubro a dezembro, na primeira safra, e em janeiro e fevereiro, na segunda safra, em toda a região Sul de Mato Grosso do Sul, independentemente da duração do ciclo do material genético a ser utilizado.

## Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and drainage paper, 56).
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA DE MATO GROSSO DO SUL. **Evolução da produção de etanol no MS**. [Campo Grande, MS, 2014]. 1 f. Disponível em: <<http://tinyurl.com/owao08x>>. Acesso em: 13 nov. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº. 142 de 22 de julho de 2014. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 jul. 2014. Seção 1.
- CLEGG, M. D.; EASTIN, J. D.; NELSON, L. A. Field evaluation for cold tolerance in grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 1, p. 23-26, Jan./Feb. 1983.
- FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; LIMA, R. V.; BERTO, R. G. IRRIWEB: ferramenta para definir o manejo racional da irrigação por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 40., 2011, Cuiabá. **Geração de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento do cerrado brasileiro: anais**. Cuiabá: SBEA, 2011. 1 CD-ROM.
- FIETZ, C. R.; GARCIA, R. A.; COMUNELLO, É.; 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).

IAPAR. **Alerta geada**. Londrina, [2013]. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=531>>. Acesso em: 28 mai. 2013.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; MAY, A.; LIMA FILHO, O. F. de; SANTOS, F. C. dos; MOREIRA, J. A. A.; LEITE, C. E. do P.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FREITAS, R. S. de. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 58-88.

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: MAY, A.; DURAES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 118 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. dos S.; SILVA, D. D. da. **Escoamento superficial**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 88 p.

SORGO sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. **Agroenergia em Revista**, Brasília, DF, ano 2, n. 3, ago. 2011. 47 p.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇUCAR. **Relatório final da safra 2013/2014 Região Centro-Sul**. [São Paulo, 2014]. 32 p. Disponível em: <<http://tinyurl.com/py2geam>>. Acesso em: 13 nov. 2014.

### Circular Técnica, 30

Embrapa Agropecuária Oeste  
BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449  
79804-970 Dourados, MS  
Fone: (67) 3416-9700  
Fax: (67) 3416-9721  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)



1ª edição  
(2014): online

### Comitê de Publicações

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*  
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*  
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Fernando Mendes Lamas, Germani Concenço, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore e Michely Tomazi*

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*