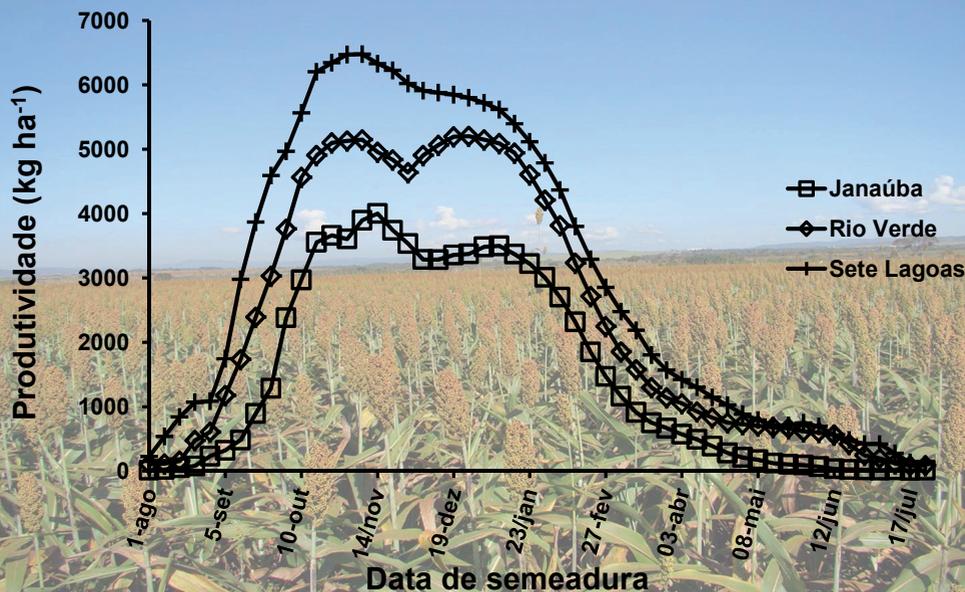


## Recomendações de Épocas de Semeadura para o Sorgo Granífero em Três Municípios Brasileiros



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2012

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

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 54***

## **Recomendações de Épocas de Semeadura para o Sorgo Granífero em Três Municípios Brasileiros**

Marine Cirino Grossi  
Camilo de Lelis Teixeira de Andrade  
Flávio Barbosa Justino  
Lília Aparecida de Castro  
José Avelino dos Santos Rodrigues

Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: [www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpms.embrapa.br](mailto:sac@cnpms.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane

Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e

Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: José Aveino Santos Rodrigues

**1ª edição**

1ª impressão (2012): on line

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Milho e Sorgo**

---

Recomendações de épocas de semeadura para o sorgo granífero em três municípios brasileiros / Marine Cirino Grossi ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

26 p. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 54).

1. Sorgo. 2. *Sorghum bicolor* L. 3. Produtividade. I. Grossi, Marine Cirino. II. Série.

---

CDD 633.174 (21. ed.)

© Embrapa 2012

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	8
<b>Introdução</b> .....	10
<b>Material e Métodos</b> .....	12
<b>Resultados e Discussão</b> .....	15
<b>Conclusões</b> .....	23
<b>Referências</b> .....	23

# Recomendações de Épocas de Semeadura para o Sorgo Granífero em Três Municípios Brasileiros

*Marine Cirino Grossi<sup>1</sup>*

*Camilo de Lelis Teixeira de Andrade<sup>2</sup>*

*Flávio Barbosa Justino<sup>3</sup>*

*Lília Aparecida de Castro<sup>4</sup>*

*José Avelino dos Santos Rodrigues<sup>5</sup>*

## Resumo

Na região Centro-Sul do país, a maior parte da cultura do sorgo granífero é cultivada extemporaneamente na segunda safra, estando sujeita à deficiência hídrica, sobretudo na fase terminal do ciclo. O uso dos resultados de simulação gerados com os modelos de crescimento de cultura permite quantificar os riscos climáticos envolvidos para diferentes épocas de semeadura e, assim, ajustar o sistema de produção de sorgo considerando um rendimento esperado. Modelos baseados em processos têm sido empregados com sucesso para esta finalidade. Objetivou-se com este trabalho empregar o modelo CSM-CERES-Sorghum para quantificar a produtividade esperada de grãos de sorgo para diferentes épocas

<sup>1</sup>Eng.-Agrícola, Mestra em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/ nº, Campus Universitário - CEP 36.570-000 - Viçosa – MG; Bolsista CNPQ Desenvolvimento Tecnológico e Industrial B.

<sup>2</sup>Eng.-Agrícola, Doutor, Pesquisador em Irrigação, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. camilo.andrade@embrapa.br

<sup>3</sup>Meteorologista, Doutor em Ciências Atmosféricas, Professor Adjunto, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Av. P.H. Rolfs, s/ nº, Campus Universitário - CEP 36.570-000 - Viçosa – MG;

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental, UNIFEMM – Centro Universitário de Sete Lagoas, Bolsista PIBIC/CNPq.

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, avelino.rodrigues@embrapa.br

de semeadura, em três municípios brasileiros. Utilizaram-se dados históricos de clima de Rio Verde, GO, e Janaúba e Sete Lagoas, MG, juntamente com o modelo CSM-CERES-Sorghum, previamente calibrado para a cultivar BRS 310, para simular cenários de épocas de semeadura semanais de sorgo. Uma metodologia baseada na quebra de produtividade da cultura em relação a um valor médio máximo obtido em regime de sequeiro foi empregada para definir janelas de semeaduras associadas a certo nível de risco. Aceitando-se perdas de produtividade de até 10%, a semeadura do sorgo, em primeira safra, deve ser realizada entre meados de outubro e meados de dezembro e janeiro, nos municípios de Sete Lagoas e Rio Verde, respectivamente. Já em Janaúba, a semeadura deve ocorrer entre os finais dos meses de outubro e de novembro, não sendo possível realizar uma segunda safra em regime de sequeiro. A melhor data de semeadura para Janaúba é 14 de novembro. Em Rio Verde, GO, se a cultura do sorgo for semeada até meados de janeiro, a produtividade média esperada é no máximo 10% menor que a melhor produtividade média da primeira safra. Para a semeadura em 20 de fevereiro, espera-se uma quebra na produtividade de 47% em relação à semeadura de 2 de janeiro.

Para Sete Lagoas, MG, a melhor data de semeadura do sorgo seria 7 de novembro. Após esta data, a produtividade se reduz consideravelmente, chegando a uma quebra de até 72% para o plantio em 20 de março, data limite para a semeadura conforme a recomendação do Mapa.

**Palavras-chave:** Modelagem, DSSAT, data de semeadura, *Sorghum bicolor* L. Moench.

# Recommendations of Sowing Windows for Grain Sorghum in Three Brazilian Counties

---

## Abstract

At the Center-South region of Brazil most of the grain sorghum crop is grown offseason and is subject to water stress, especially in the terminal phase of the cycle. The use of simulation results generated with crop growth models allows quantifying climate risks involved for different sowing dates and, thus, adjust the crop production system considering an expected yield. Process-based models have been successfully employed for this purpose. This work aimed to use the CSM-CERES-Sorghum model to quantify the expected grain sorghum yield for different sowing dates in three cities in Brazil. Historical weather data from Rio Verde, GO, and from Janaúba and Sete Lagoas, MG, Brazil, along with the CSM-CERES-Sorghum model, previously parameterized for the BRS 310 cultivar, were employed to simulate scenarios of weekly sowing dates. A methodology based on a yield break in relation to a maximum average yield, obtained under rainfed conditions, was used to determine sowing windows associated with a certain risk level. Accepting yield breaks of up to 10%, the sorghum crop has to be sowed, as the first crop, from mid-October to mid-December

and to mid-January, for the cities of Sete Lagoas and Rio Verde, respectively. For Janaúba, the sorghum sowing must occur between late October and late November; for this city it is not possible an offseason sorghum sowing under rainfed conditions. The best sowing date for Janaúba is November 14. In Rio Verde, GO, if the sorghum crop is sown until mid-January, the expected average yield is at most 10% less than the best yield of the first sowing season. For sowing on February 20, we expect a drop in yield of 47% as compared to the January 2 planting date. For Sete Lagoas, MG, the best sowing date would be November 7. After this date expected yield reduces considerably, reaching an yield break of up to 72% for planting on March 20, as recommended by the Ministry of Agriculture.

**Key-words:** Modeling, DSSAT, sowing date, *Sorghum bicolor* L. Moench.

## Introdução

No Brasil, o cultivo do sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) granífero vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. A produção nacional passou de 781,4 mil toneladas na safra de 1999/2000 para 1.959,8 mil toneladas na safra de 2010/2011, o que representa um aumento de 151%. O Centro-Oeste é a principal região produtora de sorgo do país, sendo responsável por 50,4% do total produzido na safra 2010/2011. O Sudeste é a segunda região que mais produz este cereal, com uma participação de 22,6% do total produzido nessa mesma safra (CONAB, 2010).

Segundo Alvarenga et al. (2011), na região Centro-Sul do país a maior parte do sorgo granífero é plantado na safrinha, ou seja, em condições de sequeiro, cultivado extemporaneamente e quase sempre após o cultivo da soja precoce. Ainda de acordo com esses autores, o cultivo do sorgo na safrinha, quando o período chuvoso já está terminando, deixa o agricultor na expectativa de ocorrência de déficit hídrico a partir do início da estiagem. Dessa forma, um bom planejamento deve ser realizado para minimizar os riscos de perdas e satisfazer as necessidades do produtor.

A escolha adequada da época de semeadura é uma importante estratégia para o manejo agrícola, pois pode reduzir a probabilidade de quedas na produtividade sem implicar o aumento dos custos para o agricultor. A definição das melhores épocas de semeadura pode ser feita por meio de experimentação convencional, fazendo-se o plantio em diferentes datas e avaliando-se as características biométricas e as produtividades alcançadas. No entanto, apresenta como desvantagens o custo elevado e o fato de necessitar de longo prazo para a obtenção dos resultados (MARIN et al., 2006). No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(Mapa) fornece recomendações de épocas de plantio para o sorgo granífero por meio do Zoneamento Agrícola de Risco Climático por Unidade da Federação, que é divulgado anualmente através de portarias publicadas no Diário Oficial da União e no site do próprio Ministério. Na metodologia aplicada, o risco de insucesso da cultura está associado à probabilidade de insatisfação da necessidade térmica da cultura e à ocorrência de déficit hídrico nas fases de florescimento e enchimento de grãos, com base em cálculos do balanço hídrico decendial (LANDAU; MAGALHÃES, 2010).

Uma alternativa à experimentação convencional e ao zoneamento climático proposto pelo Mapa é a determinação da época de semeadura a partir da simulação do crescimento de plantas empregando-se modelos de crescimento de culturas previamente calibrados e avaliados (AMARAL et al., 2009). Estudos usando modelos de crescimento de plantas para avaliação de datas de semeadura vêm sendo realizados em várias partes do mundo. Egli e Bruening (1992) aplicaram o modelo SOYGRO para investigar o efeito da data de semeadura sobre o rendimento da soja na região de Kentucky, Estados Unidos. Foram avaliadas nove diferentes datas de plantio, para duas cultivares em condição de precipitação natural e sem estresse hídrico. Já Farré et al. (2002), por meio de comparação com dados observados no oeste da Austrália, puderam concluir que o modelo APSIM pode ser usado como uma importante ferramenta para determinar as datas de semeadura para a cultura da canola naquela região. No Brasil, Soler et al. (2007) empregaram o modelo CSM-CERES-Maize para avaliar diferentes datas de semeadura de milho cultivado na entressafra em uma região subtropical do país, sob condições irrigadas e de sequeiro.

Para a cultura do sorgo, Marin et al. (2006) realizaram um estudo para quatro municípios no estado de São Paulo, empregando-se

um método de estimativa de produtividade baseado nas chances de atendimento das exigências hídricas da planta. Esses autores avaliaram a perda da produtividade da cultura em 36 épocas de semeadura e a partir dos resultados identificaram os períodos com menores riscos para o cultivo do sorgo e as chances de perda para cada época do ano. Como resultado, encontraram que os riscos de quebra de produtividade foram menores nas semeaduras entre 15/10 e 15/11, com quebras inferiores a 5% para os quatro locais.

Amaral et al. (2009) desenvolveram uma metodologia denominada “redução da produtividade por época de semeadura”, com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão quanto ao período de semeadura da cultura do milho. No estudo citado, empregou-se o modelo de crescimento de planta CMS-CERES-Maize do sistema DSSAT (“Decision Support System for Agrotechnology Transfer”) (HOOGENBOOM et al., 2010) e dados referentes ao município de Sete Lagoas. A principal vantagem desta metodologia é permitir verificar as reduções da produtividade para diferentes datas de semeadura e, então, estabelecer a janela de plantio de acordo com nível de redução aceitável pelo tomador de decisão.

Tendo em vista a expansão do sorgo no país e a necessidade de gerar informações práticas aos agricultores, o objetivo do presente trabalho foi empregar o modelo CSM-CERES-Sorghum para quantificar a produtividade esperada de grãos de sorgo para diferentes épocas de semeadura, em três municípios brasileiros.

## **Material e Métodos**

O estudo compreendeu os municípios de Rio Verde, Goiás, na região Centro-Oeste, e de Janaúba e Sete Lagoas, Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil. Utilizou-se o modelo CSM-CERES-

Sorghum, do sistema DSSAT, versão 4.5, e dados de clima (insolação, precipitação, velocidade do vento, umidade relativa e temperaturas máxima e mínima do ar) de séries históricas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), além de dados de solo e dos coeficientes genéticos da cultura. As séries climáticas de Janaúba e Sete Lagoas foram referentes ao período de 1982 a 2009, totalizando 28 anos de dados. Para Rio Verde, como os dados do INMET anteriores ao ano de 1998 possuíam muitas falhas, só foi possível utilizar uma série de 12 anos referente ao período de 1998 a 2009. A calibração dos coeficientes genéticos e a posterior avaliação do modelo para a cultivar BRS 310 foram realizadas a partir de dados de experimentos de campo e plantios realizados nos três municípios. Mais informações e detalhes a respeito da calibração e avaliação do modelo podem ser encontrados em Grossi (2012).

Empregou-se o modo sazonal do DSSAT no qual as condições iniciais do solo e de manejo são repetidas a cada começo de simulação. Considerou-se um sistema de produção com espaçamento de 0,70 m entre linhas e 18 plantas  $m^{-2}$ . A adubação nitrogenada consistiu de uma aplicação de 32 kg de nitrogênio (N) por hectare (ha) no plantio e duas coberturas com 60 kg de N  $ha^{-1}$  e 45 kg de N  $kg\ ha^{-1}$ , na forma de ureia, aplicadas aos 30 e 45 dias após a semeadura, respectivamente. O modelo DSSAT só admite a inclusão de adubações com base no número de dias após a semeadura e não com base na fenologia da cultura.

O modelo foi programado para simular, em regime de sequeiro, a produtividade de grãos de sorgo para semeaduras semanais a partir de 1 de agosto até 24 de julho, perfazendo um total de 52 épocas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Identificação das datas de semeadura do sorgo para três locais.

s	Data	s	Data	s	Data	s	Data	s	Data	s	Data	s	Data
1	1/8	9	26/9	17	21/11	25	16/1	33	13/3	41	8/5	49	3/7
2	8/8	10	3/10	18	28/11	26	23/1	34	20/3	42	15/5	50	10/7
3	15/8	11	10/10	19	5/12	27	30/1	35	27/3	43	22/5	51	17/7
4	22/8	12	17/10	20	12/12	28	6/2	36	3/4	44	29/5	52	24/7
5	29/8	13	24/10	21	19/12	29	13/2	37	10/4	45	5/6		
6	5/9	14	31/10	22	26/12	30	20/2	38	17/4	46	12/6		
7	12/9	15	7/11	23	2/1	31	27/2	39	24/4	47	19/6		
8	19/9	16	14/11	24	9/1	32	6/3	40	1/5	48	26/6		

s= identificação da data de semeadura

Inicialmente, foram calculadas as produtividades médias, simuladas para as 52 datas de semeadura e 28 anos (Janaúba e Sete Lagoas) e 12 anos (Rio Verde). Posteriormente, calculou-se a porcentagem de redução da produtividade em relação à época de maior produtividade, de acordo com a metodologia de Amaral et al. (2009):

$$P_s = \left( 1 - \frac{Y_s}{Y_{\max}} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que,

$P_s$  é a porcentagem de redução da produtividade para época “s”;

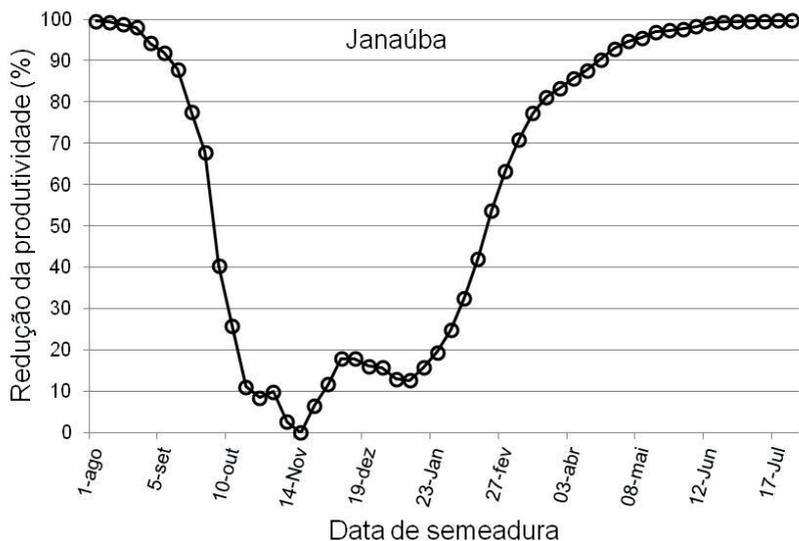
$Y_s$  é a produtividade da época “s” e,

$Y_{\max}$  é a produtividade máxima entre todas as épocas de semeadura.

## Resultados e Discussão

Para o município de Janaúba, entre as 52 datas simuladas, observou-se que a maior produtividade média ocorreu em 14 de novembro e foi igual a 4.003 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1). Este valor foi então utilizado como referência para calcular as porcentagens de redução para as demais datas, conforme Equação 1. Na maioria das vezes, quanto mais afastadas dessa data considerada ótima, maiores foram as reduções na produtividade.

Utilizando-se a metodologia de Amaral et al. (2009), é possível estipular janelas de semeadura de acordo com o nível de redução considerado tolerável pelo tomador de decisão. Aceitando-se, por exemplo, uma redução na produtividade de até 10%, em Janaúba a janela ficaria situada entre os dias 24 de outubro e 21 de novembro.



**Figura 1.** Redução média da produtividade de sorgo granífero em função da data da semeadura em Janaúba (MG), em condição de sequeiro.

Para Rio Verde, a data de referência em que ocorreu a maior produtividade média foi 26 de dezembro, com um valor igual a 5.203 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Adotando-se 10% como nível de tolerância de redução da produtividade, para este município a janela de semeadura para o cultivo em primeira safra seria de 17 de outubro a 16 de janeiro.

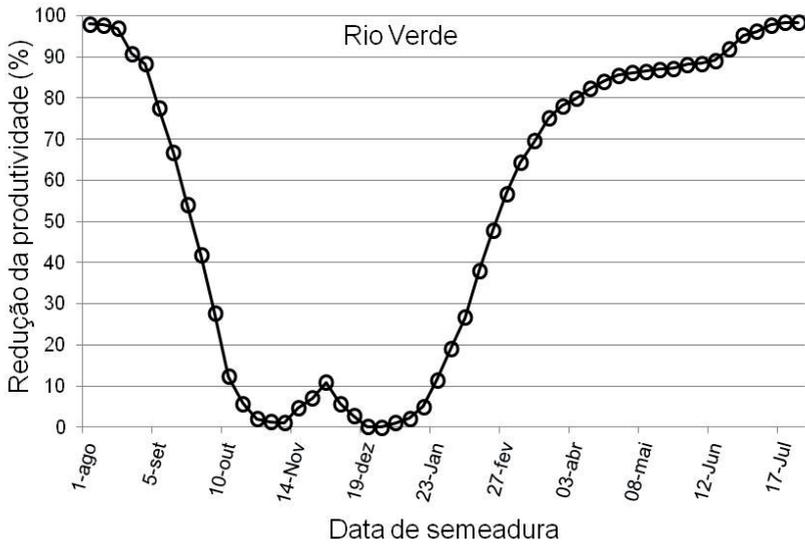
Nas duas figuras apresentadas anteriormente (Figuras 1 e 2) é possível observar picos nas curvas de redução da produtividade. Para Janaúba, isso ocorre entre os dias 14 de novembro e 2 de janeiro e, em Rio Verde, entre 7 de novembro e 19 de dezembro. Essas quedas nas produtividades estão parcialmente associadas à ocorrência de veranicos, que se caracterizam por períodos de interrupção da precipitação durante o período chuvoso. No trabalho

de Assad et al. (1993), que compreendeu, dentre outras regiões do Cerrado, o norte de Minas Gerais e o Estado de Goiás, verificou-se a ocorrência de veranicos nos meses de março a outubro, mas sobretudo no mês de janeiro. De acordo com Minuzzi et al. (2006), a ocorrência de veranicos pode afetar a produtividade das culturas agrícolas, especialmente quando coincide com as fases em que a planta é mais sensível ao déficit hídrico. Outro fator associado ao pico na curva de redução da produtividade para o município de Rio Verde é a queda da radiação solar incidente, que ocorre principalmente no mês de dezembro nesse município. Foi possível constatar que menores valores de radiação solar afetaram sobretudo o índice de área foliar (IAF) do sorgo. De acordo com Wandelli e Marques Filho (1999), a dinâmica do índice de área foliar de uma cobertura vegetal é resultante das respostas ecofisiológicas das plantas às condições microclimáticas, como, por exemplo, a incidência de radiação. Por sua vez, o sorgo tem as folhas como o principal órgão fotossintético, em que a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar, quanto da taxa de expansão da área foliar (MAGALHÃES et al., 2010).

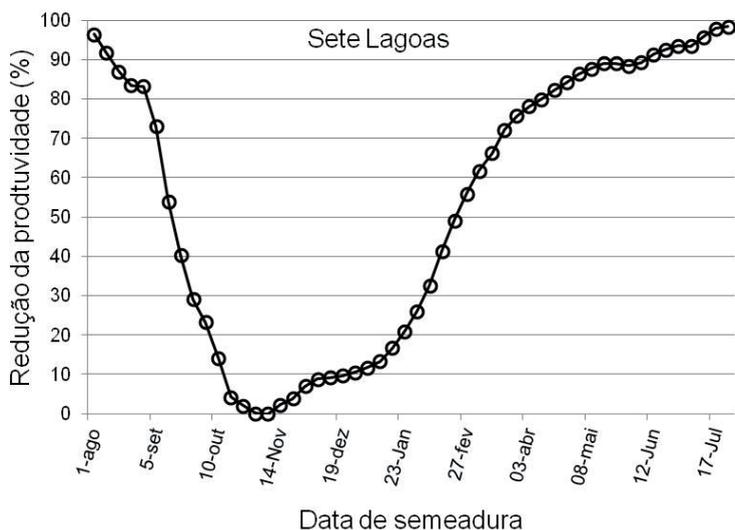
Analisando-se o resultado obtido para Sete Lagoas, encontrou-se que a máxima produtividade média foi igual a  $6.476 \text{ kg ha}^{-1}$  e ocorreu na semeadura de 7 de novembro (Figura 3). Nota-se que nas 14 datas de semeadura simuladas antes de 7 de novembro, as quedas de produtividade são mais elevadas que para as 14 datas simuladas para depois dessa data. A partir disto pode-se concluir que o risco é maior quando se antecipa a data da semeadura. Amaral et al. (2009) encontraram resultados semelhantes para a cultura do milho. Entre as 31 datas de semeadura avaliadas, considerando-se o intervalo de 1 de agosto a 27 de fevereiro, o maior valor médio de produtividade ocorreu no dia 17 de outubro

e foi igual a  $6.653 \text{ kg ha}^{-1}$ . Esses autores encontraram que, para datas anteriores ao período ótimo, a curva era mais inclinada que a curva para datas posteriores a esse período, denotando maior probabilidade de queda na produtividade para plantios antecipados. Contudo, algumas diferenças entre os resultados para a cultura do sorgo e os obtidos para o milho (AMARAL et al., 2009) foram observadas. De forma geral, em Sete Lagoas, o sorgo se mostrou menos susceptível às condições climáticas adversas, apresentando menores reduções na produtividade nos plantios realizados após o período ótimo. Para a data de 27 de fevereiro, por exemplo, a quebra esperada na produtividade de sorgo é de 56%, enquanto que para o milho espera-se uma redução de 70%. Além disso, a janela de plantio da primeira safra de sorgo, obtida ao se permitirem reduções de até 10% na produtividade, fica situada entre os dias 17 de outubro e 19 de dezembro, enquanto que para o milho, os resultados de Amaral et al. (2009) indicaram uma janela para a primeira safra entre os dias 3 de outubro e 21 de novembro. A principal razão para esta diferença entre as culturas do sorgo e do milho está no sistema radicular mais desenvolvido do sorgo que, mediante observações em trincheiras abertas em campo, atingiu uma profundidade de 1,40 metros.

Considerando-se os tipos de solo das três localidades estudadas e especificamente as cultivares pertencentes ao grupo II, no qual se enquadra a BRS 310, consultaram-se as portarias do Ministério da Agricultura e Pecuária (BRASIL, 2011, 2012) e obtiveram-se os períodos de semeadura de sorgo para os três municípios (Tabela 2). Nota-se que, por meio desta metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), não é possível diferenciar os riscos de perdas na produtividade entre as datas de semeadura na janela estipulada.



**Figura 2.** Redução média da produtividade de sorgo granífero em função da data de semeadura em Rio Verde (GO), em condição de sequeiro.



**Figura 3.** Redução média da produtividade de sorgo granífero em função da data de semeadura em Sete Lagoas (MG), em condição de sequeiro.

Ao se analisarem as médias de produtividade simuladas pelo CSM-CERES-Sorghum para algumas datas da janela de semeadura estipulada pelo Mapa, observam-se diferenças consideráveis entre as diferentes épocas de plantio (Figura 4). Para o município de Janaúba, os resultados mostram que pode ocorrer uma diferença de  $1.620 \text{ kg ha}^{-1}$  a mais na produtividade de grãos, caso o agricultor atrase a semeadura de 3 de outubro para 14 de novembro, o que representa um ganho de 36%. Para Rio Verde, GO, observa-se que as produtividades tendem a decrescer consideravelmente quando se realiza a semeadura mais ao final da janela recomendada pelo Mapa. Para a data de 2 de janeiro, a média de produtividade foi igual a  $5.148 \text{ kg ha}^{-1}$ , 47% maior que na semeadura de 20 de fevereiro, na qual se esperam obter  $2.714 \text{ kg ha}^{-1}$ . Assim, quanto

mais tardio o plantio na safrinha em Rio Verde, maiores são os riscos de perdas na produtividade devido aos maiores riscos de deficiência hídrica.

Para o município de Sete Lagoas, o período de semeadura do sorgo recomendado pelo Mapa vai de 1 de outubro a 20 de março. Observou-se que do início da janela de semeadura, até o começo do mês de novembro, a produtividade do sorgo tende a aumentar até atingir o seu valor máximo em 7 de novembro. Após esta data, os valores tendem a cair e no final do período, em 20 de março, a produtividade atinge o valor  $1.802 \text{ kg ha}^{-1}$ , 72% menor que na semeadura de 7 de novembro na qual se espera obter  $6.476 \text{ kg ha}^{-1}$ .

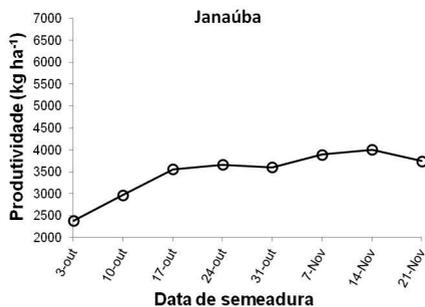
Pelo exposto, a vantagem da metodologia proposta no presente estudo é que, além da janela de semeadura, define-se uma produtividade média esperada para um certo risco que o agricultor estaria disposto a correr. Agricultores mais conservadores podem estabelecer uma janela mais estreita, enquanto agricultores menos avessos ao risco poderiam estender a janela de semeadura.

Além do mais, com essa ferramenta de decisão é possível rapidamente ajustar o sistema de produção (cultivar, adubação, população de plantas) em função da cultura anterior, que normalmente é a soja. Se ocorrer um atraso na semeadura da soja ou um alongamento no seu ciclo, pode-se ajustar o manejo da próxima cultura em função de uma expectativa média de produtividade.

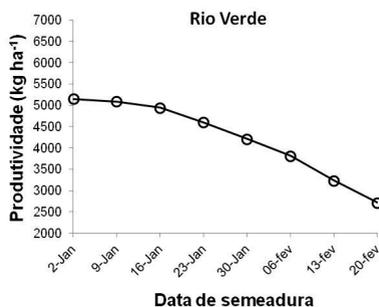
**Tabela 2.** Períodos de semeadura do sorgo granífero recomendados pelo zoneamento de risco climático do Mapa.

Metodologia	Janaúba (MG)	Rio Verde (GO)	Sete Lagoas (MG)
Mapa <sup>1</sup>	1 de outubro a 20 de novembro	1 de janeiro a 20 de fevereiro	1 de outubro a 20 de março

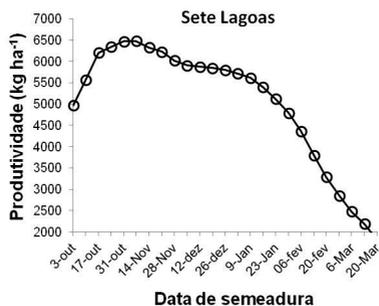
<sup>1</sup>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)



(a)



(b)



(c)

**Figura 4.** Produtividades médias simuladas pelo CSM-CERES-Sorghum considerando-se semeaduras de sorgo no período estabelecido pelo Mapa para Janaúba (a), Rio Verde (b) e Sete Lagoas (c).

## Conclusões

A aplicação do modelo CSM-CERES-Sorghum na metodologia “redução da produtividade por época de semeadura” mostrou-se como uma boa ferramenta para gerar recomendações de data de semeadura para a cultura do sorgo nos municípios de Janaúba, Rio Verde e Sete Lagoas. A principal vantagem desta metodologia é o fato de as janelas de plantio poderem ser estipuladas de acordo com o nível de redução considerado tolerável pelo tomador de decisão. Aceitando-se perdas de produtividade de até 10%, os resultados mostraram que a semeadura do sorgo, em primeira safra, deve ser realizada entre meados de outubro e meados de dezembro e janeiro, nos municípios de Sete Lagoas e Rio Verde, respectivamente. Já em Janaúba, a semeadura deve ocorrer entre os finais dos meses de outubro e novembro.

## Referências

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. Solos: manejo do solo para o cultivo do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_7\\_ed/solos-manejo.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_7_ed/solos-manejo.htm)>. Acesso em: 10 ago. 2012.

AMARAL, T. A.; ANDRADE, C. L. T.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, D. F.; SANTANA, C. B.; MOURA, B. F.; CASTRO, L. A. **Metodologia para o estabelecimento do período de semeadura de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 13 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 88).

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUMOTO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. Veranicos na região dos cerrados brasileiros: frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 993-1003, set. 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 388, de 17 de outubro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 out. 2011. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1518000933>>. Acesso em: 14 ago. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 163, de 11 de julho. 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jul. 2012. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=560712027>>. Acesso em: 14 ago. 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos: terceiro levantamento**. Brasília, 2010. 47 p.

EGLI, D. B.; BRUENING, W. Planting date and soybean yield: evaluation of environmental effects with a crop simulation model: SOYGRO. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 62, p. 19-29, 1992.

FARRÉ, I.; ROBERTSON, M. J.; WALTON, G. H.; ASSENG, S. Simulating phenology and yield response of canola to sowing date in Western Australia using the APSIM model. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 53, p. 1155-1164, 2002.

GROSSI, M. C. **Calibração do modelo CSM-CERES-Sorghum para avaliação dos impactos das mudanças climáticas**. 2012. 83 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTER, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. **Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT)**: version 4.5. Honolulu: University of Hawaii, 2010. 1 CD-ROM.

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P. Zoneamento da cultura do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27510/1/Zoneamento.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2012.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/ecofisiologia.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/ecofisiologia.htm)>. Acesso em: 19 dez. 2011.

MARIN, F. R.; PANDORFI, H.; SENTELHAS, P. C.; CAMARGO, M. B. P.; HERNANDEZ, F. B. T. Perda de produtividade potencial da cultura do sorgo no estado de São Paulo. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 65, n.1, p.157-162, 2006.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. M.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; CATALUNHA, M. J. Estudo climático do

comportamento do período chuvoso no estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 306, p. 266-275, 2006.

SOLER, C. M. T.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. Application of the CSM-CERES-Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 27, p. 165-177, 2007.

WANDELLI, E. V.; MARQUES FILHO, A. O. Medidas de radiação solar e índice de área foliar em coberturas vegetais. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 29, n. 1, p. 57-58, 1999.

**Embrapa**

---

*Milho e Sorgo*



Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA