

## Períodos de Semeadura do Milho para a Microrregião de Pelotas-RS



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

# **Documentos 171**

## **Períodos de Semeadura do Milho para a Microrregião de Pelotas-RS**

Tales A. Amaral  
Camilo de L. T. de Andrade  
Ana Cláudia Rodrigues de Lima  
Sérgio Delmar dos Anjos e Silva

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

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Dagma Dionísia da Silva, Maria Marta Pastina, Monica Matoso Campanha, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro 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: Tales Antônio Amaral

**1ª edição**

**Versão Eletrônica (2014)**

**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**

---

Períodos de semeadura do milho para a microrregião de Pelotas-RS / Tales Antônio do Amaral... [et al.]. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014.

26 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 171).

1. *Zea mays*. 2. Produtividade. 3. Brasil. 4. Simulação. I. Amaral, Tales Antônio do. II. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

---

© Embrapa 2014

# **Autores**

## **Tales Antônio Amaral**

Sistemas de Produção Agrícola Familiar, SPAF,  
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL),  
Pelotas-RS. e-mail: tales\_aamaral@yahoo.com.br

## **Camilo de Lelis Teixeira de Andrade**

Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. e-mail:  
camilo.andrade@embrapa.br

## **Ana Cláudia Rodrigues de Lima**

Departamento de Solos, Universidade Federal de  
Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS. e-mail: anaclima@  
hotmail.com

## **Sérgio Delmar dos Anjos e Silva**

Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. e-mail:  
sergio.anjos@cpact.embrapa.br

# Apresentação

A microrregião de Pelotas, no Rio Grande do Sul, caracteriza-se por apresentar um grande número de agricultores familiares, que têm por tradição cultivar milho empregando variedades crioulas. A produtividade média de milho nesta região é baixa em razão do nível tecnológico utilizado pelos produtores e da ocorrência de veranicos em períodos críticos do crescimento da cultura. A escolha da época apropriada de semeadura é uma técnica que, praticamente, não tem custo para o agricultor, mas que apresenta excelente resultado, em termos da melhoria do rendimento da cultura do milho. Neste trabalho se utilizou modelagem computacional para estimar a produtividade para diferentes cultivares, incluindo uma crioula, e para se estabelecer o período de semeadura do milho para a região de Pelotas-RS. Os resultados indicaram que a ferramenta computacional utilizada apresenta vantagens em relação à atual metodologia empregada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o estabelecimento do zoneamento de risco climático. O estudo demonstrou também que o uso de tecnologias de produção apropriadas (cultivar e época de semeadura) pode aumentar consideravelmente a produtividade de milho na região. Portanto, a metodologia pode ser utilizada em outras regiões e os resultados podem ser empregados na formulação de políticas públicas de incentivo à produção de milho.

*Antonio Alvaro Corsetti Purcino*  
Chefe-Geral  
Embrapa Milho e Sorgo

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	6
<b>A Microrregião de Pelotas-RS</b> .....	7
<b>Épocas de Semeadura</b> .....	8
<b>O Modelo CSM-CERES-Maize</b> .....	9
<b>Material e Métodos</b> .....	10
Caracterização do Solo .....	10
Dados Meteorológicos .....	11
Cenários Simulados .....	11
<b>Discussão dos Resultados Simulados</b> .....	14
<b>Conclusões</b> .....	20
<b>Agradecimentos</b> .....	21
<b>Referências</b> .....	21

# Períodos de Semeadura do Milho para a Microrregião de Pelotas-RS

---

*Tales Antônio Amaral<sup>1</sup>*

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

*Ana Cláudia Rodrigues de Lima<sup>3</sup>*

*Sérgio Delmar dos Anjos e Silva<sup>4</sup>*

## Introdução

A região sul do Rio Grande do Sul caracteriza-se por ser grande produtora de alimentos, principalmente na zona colonial, na encosta do escudo sul-rio-grandense. Nessa região, pequenos estabelecimentos produzem uma diversidade de produtos agrícolas, entre os quais o milho, que faz parte da base da alimentação do povo brasileiro. Estima-se que 46% da produção de milho no Brasil provêm de pequenas propriedades, sendo cultivado em cerca de 55% dos estabelecimentos familiares (IBGE, 2009).

Tendo em vista que, praticamente, a totalidade do milho produzido no estado é de lavoura de sequeiro, a produtividade e a produção apresentam grande variabilidade interanual, determinada, em grande parte, pela variabilidade da precipitação pluvial (BERLATO; FONTANA, 2003). Na agricultura de sequeiro, uma das estratégias disponíveis para manter a estabilidade da produção é a semeadura na época adequada que, embora não tenha efeito no custo de produção, afeta

positivamente o rendimento e o lucro do produtor (COELHO et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi utilizar o modelo CSM-CERES-Maize para avaliar o efeito da variabilidade climática interanual na produtividade de quatro cultivares de milho e definir uma janela de semeadura para cada uma delas, para as condições da microrregião de Pelotas-RS.

## **A Microrregião de Pelotas-RS**

A microrregião de Pelotas compreende 10 municípios, que são: Arroio do Padre, Canguçu, Capão do Leão, Cerrito, Cristal, Morro Redondo, Pedro Osório, Pelotas, São Lourenço do Sul e Turuçu. A população total é de 482.915 habitantes, a área total é de 8.713,151 km<sup>2</sup> e a densidade demográfica total atinge 370,09 habitantes km<sup>2</sup>. A distância da cidade principal, Pelotas, até a capital do estado, Porto Alegre, é de 271 km (IBGE, 2010). A microrregião conta com uma agricultura bem diversificada, destacando-se as culturas de fumo, pêssego, feijão e milho (IBGE, 2009).

Dentro da microrregião de Pelotas, o município com maior população é Pelotas, com 328.275 habitantes, e o menos populoso é Arroio do Padre, com 2.730 habitantes. Quanto à superfície, Arroio do Padre é a que apresenta a menor área, 124 km<sup>2</sup>; Canguçu, com 3.525 km<sup>2</sup>, é o maior município em área. Em relação à densidade demográfica, Pelotas é o maior, com 203,9 habitantes km<sup>-2</sup> e Cristal é o menor, com 10,7 habitantes km<sup>-2</sup> (IBGE, 2010).

A produtividade média anual de milho, no ano de 2013, no Estado do Rio Grande do Sul (RS), foi 5.398 kg ha<sup>-1</sup>. Na microrregião de Pelotas, a produtividade no mesmo ano foi 3.815 kg ha<sup>-1</sup>, portanto abaixo da média de produtividade do RS e do país, que foi 5.358 kg ha<sup>-1</sup>, para a primeira safra (IBGE, 2014).

## Épocas de Semeadura

Trabalhos de pesquisas realizados no Brasil central mostram que, dependendo da cultivar, o atraso na semeadura a partir da época mais adequada pode resultar em redução no rendimento de até 30 kg ha<sup>-1</sup> por dia (COELHO et al., 2003). Segundo Forsthofer et al. (2006), a escolha da data de semeadura mais adequada é uma prática que não custa nada ao agricultor, mas pode garantir a produtividade da cultura do milho.

Existem várias maneiras de definir a janela de semeadura para uma determinada região. A forma mais tradicional é através da condução de ensaios em campo, com datas de semeaduras escalonadas ao longo do tempo. Entretanto, isso requer um grande esforço de pesquisa, em termos de recursos materiais e humanos, e com resultados limitados por causa da grande variabilidade climática interanual (AMARAL et al., 2009). Outra alternativa é a utilização da simulação, empregando modelos previamente parametrizados e validados, a exemplo do DSSAT (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) (JONES et al., 2003).

## O Modelo CSM-CERES-Maize

Modelos de crescimento de culturas, entre os quais o DSSAT, possibilitam a análise de cenários diversos, para várias culturas, envolvendo o manejo da fertilização nitrogenada, a dinâmica de água e de nutrientes e a rentabilidade das explorações. O modelo CSM-CERES-Maize, que é parte do sistema DSSAT, simula o crescimento e o desenvolvimento da cultura do milho, desde a semeadura até a colheita. A ferramenta de análise sazonal do DSSAT, que utiliza como entrada dados de séries históricas de condições meteorológicas e dados de solos e de cultivares, permite a realização de ensaios virtuais, nos quais a semeadura é realizada em diferentes datas ao longo do ano e repetida por vários anos. Desta forma, tanto a variabilidade sazonal, entre datas, quanto a variabilidade meteorológica, entre os anos, são consideradas, obtendo-se valores de produtividade máximos, mínimos, médios e mais frequentes (AMARAL et al., 2009). O zoneamento de risco climático, em uso hoje pelo Ministério da Agricultura, se baseia na satisfação das necessidades hídricas das culturas e emprega um modelo simples de balanço de água no solo. As limitações térmicas para o desenvolvimento das culturas também são consideradas (BRASIL, 2014).

Vários trabalhos têm demonstrado a aplicabilidade do modelo CSM-CERES-Maize, para simular cenários de manejo da cultura do milho, incluindo épocas de semeadura. Em Sete Lagoas-MG, o modelo foi utilizado para definir o período de semeadura da cultivar BRS 3060 em regime de sequeiro. Em Matozinhos-MG, o modelo foi empregado para definir uma janela de semeadura para a cultura do milho irrigado e avaliar a variabilidade interanual da produtividade. Dados históricos meteorológicos

foram utilizados para simular cenários de épocas de semeadura da cultivar BRS 1030, em regime de sequeiro, para municípios de Minas Gerais (ANDRADE et al., 2009; AMARAL et al., 2011; ALVES et al., 2012).

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido para as condições que representam a microrregião de Pelotas-RS. Para avaliação do modelo dados foram coletados em uma propriedade de agricultura familiar, localizada no município de Canguçu, RS (31° 23' 57,6' Sul, 52° 36' 23,3 Oeste, altitude 314 m). Foram utilizadas quatro cultivares nesse trabalho. O híbrido triplo AG 5011 e o híbrido duplo AG 122, ambos da Monsanto, são os mais empregados pelos produtores familiares da região. A cultivar AL 30, desenvolvida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), do Estado de São Paulo (CATI, 2014), e a cultivar crioula Amarelão foram selecionadas por serem utilizadas pelos produtores da região há vários anos. Estas últimas são variedades de polinização aberta, cujas sementes podem ser guardadas para a próxima safra, o que é uma tradição entre os agricultores familiares daquela região. Os coeficientes genéticos, específicos para cada uma das referidas cultivares, foram previamente parametrizados e avaliados, utilizando a versão 4.5.1.023 – *Stub* do modelo DSSAT (HOOGENBOOM et al., 2013). Mais detalhes dos procedimentos de parametrização e avaliação podem ser obtidos em Amaral (2015).

### Caracterização do Solo

Amostras do Argissolo representativo da região (SANTOS et al., 2013) foram coletadas nas profundidades de 0-0,05; 0,05-

0,10; 0,10-0,30; 0,30-0,50; 0,50-0,70 m e levadas ao laboratório para análises físicas e químicas. Uma descrição mais detalhada do perfil do solo pode ser encontrada em Amaral (2015). Posteriormente, todos os resultados das análises foram tabulados e processados para criação do arquivo de perfil do solo no formato do modelo DSSAT.

## Dados Meteorológicos

O clima do local é classificado, segundo Köppen, como subtropical úmido (Cfa). Esta classificação indica que a temperatura média do mês mais frio situa-se entre 18 °C e -3 °C, que no mês mais seco a precipitação é maior do que 60 mm (Cf) e que a temperatura média do ar do mês mais quente é superior a 22 °C (Cfa).

Dados meteorológicos diários, incluindo a precipitação, temperatura mínima e máxima do ar e insolação, de um período de 21 anos (1992-2013), foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Embrapa Clima Temperado-RS (31° 42' Sul, 52° 24' Oeste, altitude 57 m). A estação fica a aproximadamente 50 km da propriedade do agricultor familiar em Canguçu-RS, e representa as condições climáticas da microrregião de Pelotas-RS. A radiação solar diária foi estimada a partir de dados de insolação, utilizando a equação Angström-Prescott (ANGSTRÖN, 1924; PRESCOTT, 1940).

## Cenários Simulados

A ferramenta de análise sazonal do modelo DSSAT (THORNTON; HOOGENBOOM, 1994) foi utilizada para se avaliar o efeito interanual e sazonal dos elementos meteorológicos no crescimento e desenvolvimento da cultura do milho destinada à produção de grãos, em regime de sequeiro. As semeaduras foram realizadas semanalmente, iniciando em 1º de agosto e estendendo-se por 52 semanas até 24 de julho (Tabela 1).

**Tabela 1.** Identificação das datas de semeadura simuladas, para a microrregião de Pelotas-RS.

TRNO <sup>(1)</sup>	Data <sup>(2)</sup>	TRNO	Data								
1	01/ago	10	03/out	19	05/dez	28	06/fev	37	10/abr	46	12/jun
2	08/ago	11	10/out	20	12/dez	29	13/fev	38	17/abr	47	19/jun
3	15/ago	12	17/out	21	19/dez	30	20/fev	39	24/abr	48	26/jun
4	22/ago	13	24/out	22	26/dez	31	27/fev	40	01/mai	49	3/jul
5	29/ago	14	31/out	23	2/jan	32	6/mar	41	08/mai	50	10/jul
6	05/set	15	7/nov	24	9/jan	33	13/mar	42	15/mai	51	17/jul
7	12/set	16	14/nov	25	16/jan	34	20/mar	43	22/mai	52	24/jul
8	19/set	17	21/nov	26	23/jan	35	27/mar	44	29/mai		
9	26/set	18	28/nov	27	30/jan	36	03/abr	45	5/jun		

<sup>(1)</sup>TRNO – Tratamento<sup>(2)</sup>Data – Data da semeadura

Assumi-se nas simulações um espaçamento de 0,8 m entre fileiras de milho, para todas as cultivares. A população de plantas semeadas foi de 5 plantas m<sup>-2</sup>, para as variedades Amarelão e AL 30, e de 6 plantas m<sup>-2</sup>, para os híbridos AG 5011 e AG 122 (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2010).

Para todas as cultivares assumiu-se uma adubação suficiente para evitar estresse nutricional, que se constituiu de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 (N-P-K), aplicados no sulco da semeadura, mais 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, aplicados aos 30 dias após semeadura (DAS).

Para cada data de semeadura, geraram-se 21 dados simulados de produtividade de grãos (um para cada ano), que foram plotados na forma de distribuição de frequência. Assim, pôde-se avaliar a variabilidade interanual para cada cultivar e data de semeadura.

Os valores médios de produtividade foram utilizados para o estabelecimento da janela de semeadura, segundo a metodologia descrita em Amaral et al. (2009). A porcentagem de redução da produtividade, em relação à maior produtividade média, foi determinada para cada data de semeadura de acordo com a Equação 1:

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

em que:

Ps: é a redução da produtividade para a semana “s” em porcentagem;

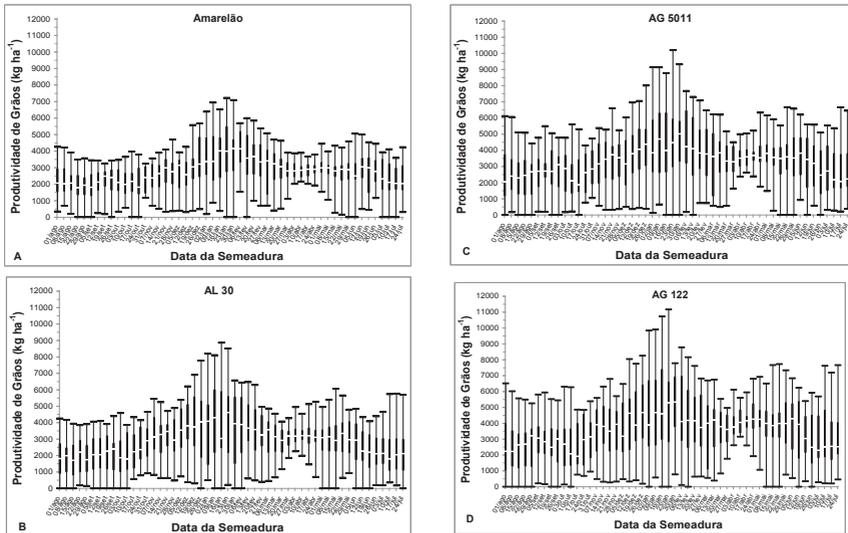
$Y_s$ : é a produtividade da semana “s” em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

$Y_{\text{max}}$ : é a produtividade máxima entre todas as datas de semeadura em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Para definir a janela de semeadura, assumiu-se que o produtor estaria disposto a tolerar uma quebra de produtividade de no máximo 10%.

## **Discussão dos Resultados Simulados**

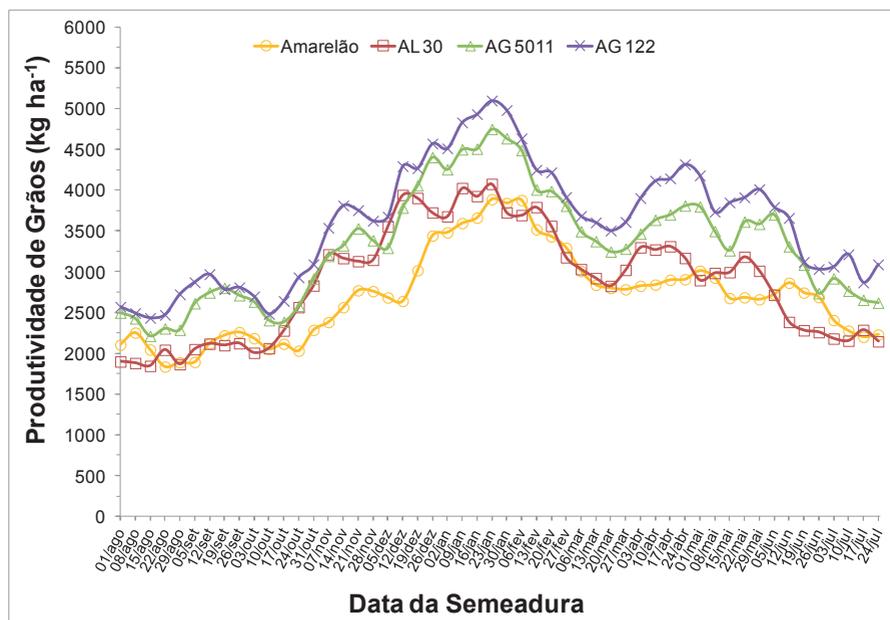
Quando se avaliou a produtividade de grãos, para as diferentes cultivares, observou-se uma grande variação interanual dos valores simulados, para todas as datas de semeadura (Figuras 1A, 1B, 1C e 1D). Para a variedade crioula Amarelão, as produtividades, expressas em matéria seca de grãos, variaram de  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  a  $7.224 \text{ kg ha}^{-1}$ , entre todas as datas de semeadura (Figura 1A), sendo que essa cultivar apresentou os menores valores máximos de produtividade simulada. Para a variedade AL 30, as produtividades variaram de 0 a  $8.860 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 1B), enquanto que para o híbrido AG 5011 a variação foi de 0 a  $10.198 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 1C). Para o híbrido AG 122, as produtividades variaram de 0 a  $11.171 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo essa a cultivar que apresentou os maiores valores máximos de produtividade simulada (Figura 1D). Observa-se que, em anos com condições climáticas favoráveis (temperaturas diurna média e noturna baixa, dias ensolarados e precipitação em quantidade e distribuição adequadas), os híbridos apresentaram um maior potencial produtivo em comparação com as variedades.



**Figura 1.** Variação da produtividade de grãos para as cultivares Amarelão (A), AL 30 (B), AG 5011 (C) e AG 122 (D), para as diferentes datas de semeadura, para as condições da microrregião de Pelotas-RS. Os traços inferior e superior indicam os valores mínimos e máximos, respectivamente, a linha central da caixa sólida indica a mediana e a base e o topo da caixa indicam os percentis 25% e 75%, respectivamente.

Para as quatro cultivares estudadas, a data de semeadura que proporcionou as maiores produtividades médias foi 23 de janeiro (Figura 2). Para esta data, em 25% dos anos, em que as condições climáticas foram desfavoráveis (temperaturas diurna e noturna altas, dias nublados e precipitação em quantidade e distribuição inadequadas), as produtividades das cultivares Amarelão, AL 30, AG 501 e AG 122 variaram de 0 a 2.749 kg ha<sup>-1</sup>, de 219 a 2.189 kg ha<sup>-1</sup>, de 0 a 2.977 kg ha<sup>-1</sup> e de 0 a 2.842 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Da mesma forma, em 25% dos anos, com condições climáticas favoráveis, a produtividade simulada dos mesmos híbridos variou de 5.479 a 7.224 kg ha<sup>-1</sup>, de 5.578 a 8.517 kg ha<sup>-1</sup>, de 5.922 a 10.198 kg ha<sup>-1</sup> e de 6.586 a 11.171 kg

ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em 50% dos anos, a produtividade das cultivares, para esta mesma data, variou de 2.749 a 5.479 kg ha<sup>-1</sup>, de 2.189 a 5.578 kg ha<sup>-1</sup>, de 2.977 a 10.198 kg ha<sup>-1</sup> e de 2.842 a 6.586 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figuras 1A, 1B, 1C e 1D). Nota-se grande variabilidade interanual da produtividade de grãos, como consequência das interações entre os genótipos e os elementos meteorológicos, impondo aos agricultores grandes riscos de quebra de produtividade nos cultivos de sequeiro. Há, portanto, um grande desafio da pesquisa quanto ao prognóstico das condições meteorológicas, que permitiria o agricultor ajustar seu sistema de produção a certa produtividade esperada. Outra alternativa, já considerada pelo governo do Estado do Rio Grande do Sul, é o estímulo ao uso da irrigação.



**Figura 2.** Produtividade média de grãos de milho em função da data da sementeira, para as cultivares Amarelão, AL 30, AG 5011 e AG 122. Microrregião de Pelotas-RS.

Os valores de produtividade simulados estão dentro da média reportada pelo IBGE (2014), para a microrregião de Pelotas, que foram 2.320, 1.360, 742, 1.433, 2.889, 2.420, 2.589, 2.874, 3.440 e 2.821, para os anos de 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012, respectivamente. Nota-se, todavia, que altas produtividades médias não foram reportadas pelo IBGE, embora as simulações indiquem que, sob condições meteorológicas favoráveis, é possível obtê-las. Isso se deve ao baixo nível de tecnologia empregado pelos produtores de milho nesta região. Esse quadro pode ser mudado, pois, segundo as simulações realizadas neste trabalho, produtividades acima da média reportadas pelo IBGE podem ser alcançadas quando adotadas práticas de manejo adequadas para cada tipo de cultivar.

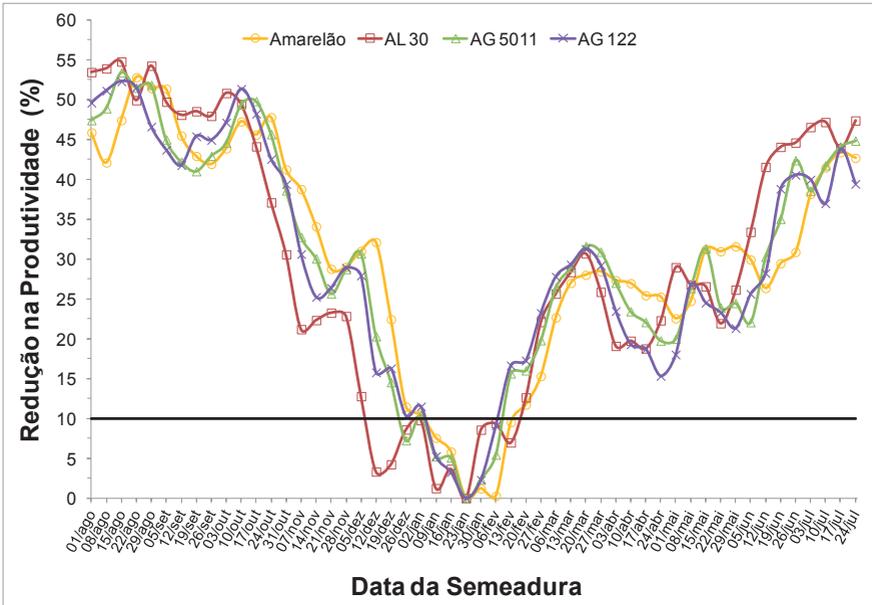
Mesmo com o regime de chuvas bem distribuído ao longo do ano, que normalmente ocorre no Rio Grande do Sul, nota-se uma grande variabilidade na produtividade média simulada de grãos de milho, para todas as cultivares estudadas. As produtividades médias simuladas variaram de 1.836 a 3.889 kg ha<sup>-1</sup>, para a variedade crioula Amarelão (Figura 2). Para esta mesma cultivar, Vogt (2005) relatou produtividade média de 3.960 kg ha<sup>-1</sup> para 14 estabelecimentos agrícolas do município de Anchieta, em Santa Catarina. Para a variedade AL 30, as produtividades simuladas variaram de 1.844 a 4.076 kg ha<sup>-1</sup>, contra 4.796 kg ha<sup>-1</sup> reportados por Cruz et al. (2004) em ensaio com 14 variedades de milho, cultivadas em sistema orgânico para a produção de grãos no município de Sete Lagoas. Carvalho et al. (2001) relataram produtividades médias, para a cultivar AL 30, da ordem de 4.151 kg ha<sup>-1</sup>, em vários locais do Nordeste brasileiro. Tais resultados estão bem próximos dos valores simulados neste trabalho. Para o híbrido AG 5011, as

produtividades médias simuladas variaram de 2.213 a 4.749 kg ha<sup>-1</sup>, e para o híbrido AG 122, estas variaram de 2.433 a 5.099 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Vogt et al. (2011) reportaram produtividade de 5.440 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar AG 5011, em avaliação de cultivares para regiões do Estado de Santa Catarina. Araújo e Nass (2002), em avaliação da cultivar AG 122, registraram produtividade de 5.072 kg ha<sup>-1</sup> para o município de Anhembi, em São Paulo. Valores máximos simulados pelo modelo ficaram próximos da média de produtividade do ano de 2012, para o Estado do Rio Grande do Sul, que foi de 5.102 kg ha<sup>-1</sup> e próximos também da produtividade média nacional, para o mesmo ano, que foi 4.760 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014).

Para todas as cultivares, os valores médios máximos de produtividade simulada foram obtidos para a semeadura realizada no dia 23 de janeiro, enquanto os valores médios mínimos simulados foram determinados para semeadura realizada em 15 de agosto, para as cultivares AL 30, AG 5011 e AG 122, e em 22 de agosto, para a variedade crioula Amarelão (Figura 2). Esta data de semeadura do milho se encaixa em um dos sistemas de produção da região que envolve a sucessão tabaco e milho.

A redução da produtividade para certa data de semeadura, em relação à produtividade máxima simulada, variou de 0 a 53%, para as cultivares Amarelão e AG 5011, de 0 a 55%, para a cultivar AL 30 e de 0 a 52% para a cultivar AG 122 (Figura 3). Admitindo-se que o produtor possa tolerar uma redução de até 10% na produtividade, em relação ao valor médio máximo, observa-se que, para a variedade AL 30, o período de semeadura, se estendeu de 12 de dezembro a 13 de fevereiro, dispondo-se de 64 dias para realizar a semeadura (Figura 3). Da

mesma forma, para a variedade crioula Amarelão, a janela de semeadura foi de 26 dezembro a 13 de fevereiro, com 50 dias disponíveis para semeadura (Figura 3). Os dois híbridos, AG 5011 e AG 122, apresentaram a menor janela de semeadura, que se estendeu de 26 de dezembro a 6 de fevereiro, contando com 43 dias para se realizar a semeadura (Figura 3).



**Figura 3.** Redução média da produtividade de grãos de milho em função da data da semeadura, para as cultivares Amarelão, AL 30, AG 5011 e AG 122. Microrregião de Pelotas-RS.

O período de semeadura estabelecido pelo zoneamento de risco climático do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para o município de Pelotas é de 1 de outubro a 20 de janeiro (BRASIL, 2014), para as cultivares AL 30, AG 5011 e AG 122, não havendo informações para a variedade crioula Amarelão. A janela de semeadura obtida com o modelo

DSSAT é mais curta e deslocada para frente na estação. Esta discrepância entre as janelas de semeadura recomendadas pelo zoneamento de risco climático do Mapa e aquelas estabelecidas com a utilização do modelo DSSAT, assumindo-se um nível de quebra de 10%, são por causa das diferentes metodologias empregadas. O modelo de simulação DSSAT integra vários fatores de condições meteorológicas, solo e cultura, que não são ainda totalmente considerados na metodologia atual do zoneamento de risco climático. A vantagem da metodologia aqui utilizada está na possibilidade de o tomador de decisão definir o risco que estaria disposto a correr, além de ter uma estimativa da produtividade esperada e sua respectiva variabilidade interanual. Um exemplo de aplicação deste tipo de ferramenta no zoneamento de risco climático de milho é apresentado por Paixão et al. (2014), que utilizaram os resultados de produtividade do milho, simulados com o modelo CSM-CERES-Maize, para estabelecer janelas de semeadura em regime de sequeiro, para municípios selecionados do Estado de Minas Gerais. Ao se compararem os resultados simulados com a atual metodologia empregada pelo Ministério da Agricultura, observou-se que as janelas de semeadura obtidas a partir das simulações eram mais restritivas que as propostas pelo Mapa.

## **Conclusões**

O modelo CSM-CERES-Maize mostrou ser uma ferramenta adequada para definição do período de semeadura para a produção de grãos de milho na microrregião de Pelotas-RS. Além da janela de semeadura, a utilização do modelo baseado em processo permite a estimativa da produtividade esperada e sua respectiva variabilidade interanual.

O período de sementeira, determinado com o uso do modelo baseado em processo, é diferente entre as cultivares estudadas, sendo mais longo para a cultivar AL 30 e mais curto para os híbridos AG 5011 e AG 122. É também mais restritivo que os períodos estabelecidos pelo Mapa, sobretudo quanto ao início do período de sementeira.

## Agradecimentos

Aos funcionários e estagiários da Embrapa Milho e Sorgo e da Embrapa Clima Temperado, pela ajuda na coleta de dados nos ensaios para parametrização do modelo. À família agricultora que proporcionou o estudo em sua propriedade. À CAPES pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor, Tales Antônio Amaral.

## Referências

ALVES, M. E. B.; PAIXÃO, J. S.; ANDRADE, C. de L. T. de; AMARAL, T. A.; STEIDLE NETO, A. J.; SILVA, D. F. da; RODRIGUES, C. C. F. Épocas de sementeira de milho em Minas Gerais: utilização do modelo DSSAT para análise do risco climático. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 3591-3597.

AMARAL, T. A. **Desempenho de genótipos de milho utilizados pela agricultura familiar no Território Zona Sul do RS**: o modelo CERES-Maize no auxílio à tomada de decisões. 2015. 112 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de

Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

AMARAL, T. A.; ANDRADE, C. L. T.; ALVES, M. E. B.; SILVA, D. F. Applying CSM-CERE-Maize to define a sowing window for irrigated maize crop The Riacho's Farm case study. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 6, p. 38-53, 2011.

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).

ANDRADE, C. L. T.; AMARAL, T. A.; SILVA, D. F.; GARCIA, A. G.; HOOGENBOOM, G.; GUIMARAES, D. P.; OLIVEIRA, A. C. D.; SANTANA, C. B. de. Utilização do modelo Ceres-Maize como ferramenta na definição de estratégias de semeadura de milho: 2 - Sistema de produção irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Mudanças climáticas, recursos hídricos e energia para uma agricultura sustentável**: [trabalhos apresentados.]. Viçosa, MG: UFV; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 1 CD-ROM.

ANGSTRÖN, A. Solar and terrestrial radiation. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, Berkshire, v. 50, p. 121-125, 1924.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña**: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 110 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, B. C. L.; TABOS, J. N.; LIRA, M. A.; ALBUQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e híbridos de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 637-644, abr. 2001.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/produtosservicos.php?ID=11>>. Acesso em: 01 out. 2014.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P. Rendimento de milho no Brasil: chegamos ao máximo? **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 101, p. 1-12, 2003.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; PEREIRA, F.T. F.; ALVARENGA, R. C. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2.; SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, 5.; SEMINARIO ESTADUAL SOBE AGROECOLOGIA, 6., 2004, Porto Alegre. **Agrobiodiversidade**: base para sociedades sustentáveis: anais.

[Brasília, DF]: Embrapa; Porto Alegre: Emater-RS, 2004. 1 CD-ROM.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agronômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 399-407, mar. 2006.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, 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**: version 4.5. Honolulu: University of Hawaii, 2013. 1 CD-ROM.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Resultados\\_Gerais\\_da\\_Amostra/resultados\\_gerais\\_amostra.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_Amostra/resultados_gerais_amostra.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2015.

IBGE. **Censo agropecuária 2006**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras. 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=t&o=11>>. Acesso em: 05 maio 2014.

JONES, J. W.; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. H.; BOOTE, K. J.; BATCHELOR, W. D.; HUNT, L. A.; WILKENS, P. W.; SINGH, U.; GIJSMAN, A. J.; RITCHIE, J. T. DSSAT cropping system model. **European Journal of Agronomy**, v. 18, p. 235-265, 2003.

PAIXÃO, J. de S.; ANDRADE, C. L. T.; GARCIA Y GARCIA, A.; AMARAL, T. A.; STEIDLE NETO, A. J.; MARIN, F. R. An alternative approach to the actual brazilian maize crop zoning. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 347-363, 2014.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes. **Barraca Missões**, 29 set. 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35671/1/Plantio-espacamento.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2013.

PRESCOTT, J. A. Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. **Transactions of Royal Society of South Australia**, v. 64, p. 114-118, 1940.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. il.

THORNTON, P. K.; HOOGENBOOM, G. A computer program to analyze single season crop model outputs. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 860-868, 1994.

VOGT, G. A. **A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares.** 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L.; HÖFS, A.; DUFLOTH, J. H.; MÁRIO, A. J.; ALMEIDA, E. X. de. Avaliação de cultivares de milho em Santa Catarina - safra 2009/10. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 8., 2011, Chapecó. **Resumos expandidos...** Chapecó: Epagri, 2011. 1 CD-ROM.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



CGPE - 11778