

ISSN 0104-1347

# Épocas de semeadura para milho e soja visando à redução de riscos por deficiência hídrica, no Rio Grande do Sul

## Sowing dates for maize and soybean aiming to reduce risk of water deficit effect, in Rio Grande do Sul State, Brazil

Ronaldo Matzenauer<sup>1,2</sup>, Alberto Cargnelutti Filho<sup>3</sup>, Nídio Antonio Barni<sup>1</sup>,  
Jaime Ricardo Tavares Maluf<sup>4</sup>, Bernadete Radin<sup>1</sup>, Cristiano Schacker dos Anjos<sup>5</sup>

**Resumo:** A probabilidade de risco por deficiência hídrica foi determinada para as culturas de milho e soja, durante os seus subperíodos críticos, em função de épocas de semeadura, para dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul, visando a indicação da época de semeadura de menor risco à produção de grãos. Para a estimativa das deficiências hídricas, foram utilizados índices de consumo relativo de água (razão ETr/ETm) calculados através de balanço hídrico decendial, classificados em três níveis: baixo, médio e alto risco. Avaliou-se o ajuste dos dados da razão ETr/ETm em cada época de semeadura e município, à distribuição normal, usando o teste de Lilliefors. Verificou-se que as épocas de semeadura que apresentam menor risco à produção de milho são agosto e dezembro, e para a cultura da soja a época de menor risco é a de dezembro. Setembro e outubro para milho e outubro para soja são as épocas que apresentam maior risco à produção de grãos, por deficiência hídrica.

**Palavras-chave:** *Zea mays* (L.), *Glycine max* (L), balanço hídrico, evapotranspiração máxima.

**Abstract:** The probability to occur water deficit for maize and soybean, during critical periods of the crops in different sowing dates, was determined for ten localities in Rio Grande do Sul State, Brazil, with the objective to adjust the sowing date for reducing risk of grain yield losses. For estimating water deficit, the relative water consumption index (ETr/ETm) was calculated from the soil water balance in ten-day periods, being the values classified in tree levels: low, medium and high. The adjustment of the data of ETr/ETm index to the normal distribution, using the Lilliefors' test, was evaluated in each sowing date and locality. It was verified that sowing dates with lower risk to maize grain production are August and December, while for soybean is December. September and October for maize crop and October for soybean are the sowing dates with higher risk for grain production, considering water deficit.

**Key words:** *Zea mays* (L.), *Glycine max* (L), water balance, maximum evapotranspiration.

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br - Bolsista do CNPq - (Autor para correspondência)

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Estatística/Experimentação Agropecuária – FEPAGRO/SCT

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, M Sc., Pesquisador da EMBRAPA Trigo

<sup>5</sup> Bolsista de Iniciação Científica/CNPq – Estudante de Agronomia - UFRGS

## Introdução

As culturas de soja e milho ocupam a maior área cultivada no Estado do Rio Grande do Sul (RS). No ano agrícola 2002/2003, a área colhida no estado foi cerca de 3,6 milhões de hectares de soja e, aproximadamente, 1,4 milhões de hectares de milho, com produções respectivamente de 9,6 milhões e 5,3 milhões de toneladas de grãos. A produção destas culturas no RS se caracteriza pela grande variabilidade entre anos e locais, ocorrendo, com frequência, frustrações de safras. No período compreendido entre 1995/96 a 2001/2002 ocorreram reduções significativas da produtividade de grãos por deficiência hídrica em quatro safras (1995/96, 1996/97, 1998/99 e 1999/00), com perdas respectivamente de 1,57, 0,91, 1,02 e 1,07 milhões de toneladas de grãos de milho e 1,27, 1,23, 1,79 e 1,34 milhões de toneladas de grãos de soja. A análise da produtividade média de grãos nos últimos 15 anos evidencia esta variabilidade, com valores oscilando entre 1136 kg ha<sup>-1</sup> na safra 1990/91 a 3619 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2000/01 em relação a cultura do milho (BISOTTO, 2001). Quanto a cultura da soja, no período 1997/98 a 2002/03, verificou-se variabilidade de 1459 kg ha<sup>-1</sup> na safra 1998/99 a 2670 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2002/03 (BISOTTO & FARIAS, 2003).

A variabilidade interanual das condições hídricas do solo, determinada pela variabilidade das chuvas, é o fator que exerce maior influência na oscilação da produtividade das culturas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1992). A cada dez anos, em quatro, as safras de milho são reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela quantidade insuficiente ou pela distribuição irregular das chuvas, enquanto que para a soja, as reduções ocorrem em nove a cada vinte anos (MATZENAUER et al., 2002). Segundo dados da EMATER/RS, cerca de 88% das reduções de produtividade de grãos de milho, e 92% das reduções da produtividade de grãos de soja, ocorrem devido à deficiência hídrica.

Utilizando dados mensais de precipitação pluvial e evapotranspiração potencial, ÁVILA et al. (1996), concluíram que a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial no Rio Grande do Sul, no período de

dezembro a fevereiro é inferior a 60% em praticamente todo o Estado, o que determina elevada frequência de deficiências hídricas. A análise da disponibilidade hídrica para as culturas de milho e soja no RS, mostra que, em praticamente todos os anos ocorre deficiência hídrica para essas culturas, com maior ou menor intensidade (MATZENAUER et al., 2002). Os autores concluíram que a deficiência hídrica média no ciclo completo das culturas variou de 61 mm a 175 mm para a cultura do milho e de 181 mm a 424 mm para a cultura da soja. Trabalhos de BELTRAME et al. (1979), BERLATO (1987), ASSAD & CASTRO (1991), ASSIS (1991), CASTRO (1994), BARNI & MATZENAUER (2000), BRUNINI et al. (2001), FARIAS et al. (2001) e SILVA & ASSAD (2001) enfatizam, de maneira geral, a importância da precipitação pluvial na produtividade de grãos das culturas.

A informação da probabilidade de ocorrer deficiência hídrica durante os subperíodos críticos das culturas de milho e soja, em diferentes épocas de semeadura, possibilita planejar para cada local, a época de semeadura que minimize o risco de perda de produtividade de grãos.

O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade de ocorrer risco por deficiência hídrica para as culturas de milho e soja, durante os subperíodos críticos, em função de épocas de semeadura, para dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul, visando à indicação da época de semeadura de menor risco à produção de grãos.

## Material e métodos

O dados de consumo relativo de água (ETr/ETm), ou seja, a razão entre as estimativas da evapotranspiração real (ETr) e da evapotranspiração máxima (ETm) durante o subperíodo crítico da cultura do milho (início do pendoamento até 30 dias após o início do pendoamento) e do subperíodo crítico da cultura da soja (início da floração até início do enchimento de grãos), nas épocas de semeadura de 01/agosto, 01/setembro, 01/outubro, 01/novembro e 01/dezembro, em dez municípios do Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 1), foram obtidos em MATZENAUER et al. (2002). Os dados meteorológicos foram obtidos no Banco de Dados do Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS.

**Tabela 1** – Municípios, região climática e coordenadas geográficas.

Municípios	Região climática	Coordenadas Geográficas		
		Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
Cruz Alta	Planalto	473	28°38'21''	53°36'42''
Júlio de Castilhos	Planalto	514	29°13'26''	53°40'45''
Passo Fundo	Planalto	709	28°15'41''	52°24'45''
Santa Rosa	Missões	273	27°51'50''	54°29'03''
São Borja	Vale do Uruguai	99	28°39'44''	56°00'44''
São Gabriel	Depressão Central	109	30°20'27''	54°19'01''
Taquari	Depressão Central	76	29°48'15''	51°49'30''
Rio Grande	Litoral Sul	15	32°01'02''	52°09'32''
Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste	420	30°25'35''	52°31'20''
Veranópolis	Serra do Nordeste	705	28°56'14''	51°33'11''

**Tabela 2** – Períodos considerados para a estimativa do consumo relativo de água (ETr/ETm) no subperíodo crítico (início do pendoamento até 30 dias após o início do pendoamento) da cultura do milho e no subperíodo crítico (início da floração até início do enchimento de grãos) da cultura da soja em 10 municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Municípios	Períodos	
	Milho	Soja
Cruz Alta	1975-1982;1983-1990;1992-1998	1975-1982;1983-1990;1992-1997
Júlio de Castilhos	1975-1996	1975-1996
Passo Fundo	1975-1999	1975-1997
Santa Rosa	1975-1976;1977-1999	1975-1976;1977-1988;1989-1999
São Borja	1975-1976;1977-2000	1975-1976;1977-1985;1986-1998
São Gabriel	1975-1988;1989-2000	1975-1988;1989-2000
Taquari	1975-2001	1975-2001
Rio Grande	1975-1982;1983-1991;1992-1999	1975-1981;1983-1990;1992-1999
Encruzilhada do Sul	1975-1990;1991-1992;1995-1999	1975-1978;1979-1990;1991-1992;1995-1999
Veranópolis	1975-1999	1975-1999

Os períodos considerados para a estimativa do consumo relativo de água (razão ETr/ETm) foram entre os anos de 1975 a 2001 (Tabela 2), sendo os mesmos variáveis entre municípios e culturas, em função da disponibilidade de dados meteorológicos. A evapotranspiração máxima (ETm) das culturas foi estimada através da relação:  $ETm = Kc \cdot ETo$ , onde Kc é o coeficiente de cultura, para a cultura da soja, segundo BERLATO et al. (1986) e para a cultura do milho segundo MATZENAUER et al. (2002), e ETo

a evapotranspiração de referência calculada pelo método de PENMAN (1956).

A evapotranspiração real (ETr) foi estimada pelo balanço hídrico decendial através do método de THORNTWAITE e MATHER (1955).

Avaliou-se o ajuste dos dados de consumo relativo de água (ETr/ETm) para o subperíodo crítico das culturas do milho e da soja, em cada município

e época de semeadura, à distribuição normal pelo teste de Lilliefors (CAMPOS, 1983). O teste de Lilliefors, foi aplicado em 43 casos (7 municípios x 4 épocas de semeadura e 3 municípios x 5 épocas), e 30 casos (10 municípios x 3 épocas de semeadura), respectivamente, para as culturas de milho e soja.

Determinou-se a probabilidade de ocorrência de consumo relativo de água, em cada categoria, conforme classificação de áreas de risco por deficiência hídrica para a produção de milho e soja no Estado do Rio Grande do Sul (MATZENAUER et al., 2002). Para a cultura do milho, as áreas de risco foram classificadas em: baixo risco ( $ETr/ETm > 0,70$ ), médio risco ( $0,50 < ETr/ETm < 0,70$ ) e alto risco ( $ETr/ETm < 0,50$ ), enquanto que para a cultura da soja, áreas com  $ETr/ETm > 0,60$  são classificadas como de baixo risco, entre  $0,40 < ETr/ETm < 0,60$  de médio risco e  $ETr/ETm < 0,40$  de alto risco.

Para os casos em que dados de  $ETr/ETm$  se ajustaram à distribuição normal com  $p > 0,20$ , as probabilidades teóricas em cada categoria de área de risco de produção foram obtidas a partir das estimativas dos parâmetros média ( $\hat{\mu}$ ) e desvio padrão ( $\hat{\sigma}$ ), sendo as demais obtidas pela probabilidade empírica, ou seja, a razão entre o número de ocorrências de  $ETr/ETm$  favoráveis a categoria e o número total de observações.

## Resultados e discussão

O teste de Lilliefors revelou que em 47% e 63% dos casos, respectivamente, para as culturas de milho e soja, houve ajuste dos dados de  $ETr/ETm$  à distribuição normal com  $p > 0,20$ , ou seja, com boa aderência. As probabilidades teóricas e/ou empíricas em cada categoria de área de risco de produção estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, para as culturas de milho e soja.

Existe um aumento da probabilidade de ocorrer baixo risco para a cultura do milho à medida que se atrasa a data de semeadura a partir de 01 de outubro para todos os municípios (Tabela 3). Porém, em alguns municípios, como Santa Rosa e Taquari, a probabilidade de ocorrer baixo risco é maior nas semeaduras de setembro e/ou agosto quando comparada com outubro, sendo, portanto, a época mais indicada para estes locais. No entanto,

semeaduras realizadas nas épocas de setembro e/ou agosto, podem coincidir com temperatura do solo abaixo da temperatura base da cultura. Sendo assim, é possível minimizar os riscos de deficiência hídrica através da semeadura em época que coincida com a maior probabilidade de baixo risco à produção da cultura.

Na categoria de baixo risco a probabilidade de ocorrência de  $ETr/ETm$  oscilou entre 23% (01/out em São Gabriel) a 87% (01/set em Santa Rosa), mostrando a importância do planejamento da época de semeadura para diminuição de riscos à produção de grãos de milho. Considerando a maior probabilidade de baixo risco em cada município a média foi de 73,2%, com valores oscilando de 50% em São Gabriel a 87% em Santa Rosa (Tabela 3), mostrando a variabilidade da distribuição das chuvas entre locais (BERLATO, 1992) e indicando, ainda, que além do planejamento das melhores épocas de semeadura, existe a necessidade de trabalhar com suplementação hídrica em cerca de 27% dos anos. Sendo assim, pode-se inferir que é possível minimizar os riscos de deficiência hídrica, através do planejamento de épocas de semeadura, possibilitando reduzir perdas nas safras de milho, que ocorrem em 40% dos anos, devido a deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular das chuvas, concordando com MATZENAUER et al. (2002).

A probabilidade de ocorrer alto risco variou entre 3% na semeadura de 01/dez em Cruz Alta a 46% para a semeadura de 01/out em São Gabriel, revelando que para todas as épocas e municípios estudados existe probabilidade de alto risco à produção de milho (Tabela 3). As localidades que apresentaram as maiores probabilidades de ocorrer alto risco foram São Gabriel e Rio Grande, com os maiores índices nas semeaduras de setembro e outubro. As menores probabilidades de alto risco foram observadas na semeadura de dezembro em Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Santa Rosa. Algumas localidades apresentaram baixa probabilidade de alto risco nas épocas do cedo, como São Borja e Taquari, na semeadura de agosto e, Veranópolis e Passo Fundo, na semeadura de setembro.

Considerando-se os valores médios de probabilidades de todos os locais, em cada época de semeadura, verifica-se que nas semeaduras de agosto

e dezembro, ocorreram as maiores probabilidades de baixo risco (79% e 68% respectivamente) e as menores probabilidades de alto risco (8% e 12% respectivamente), indicando, desta forma, as melhores épocas de semeadura para a cultura do milho. As épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro apresentaram maior risco, com probabilidades de baixo risco menores (50%, 45%

e 63% respectivamente) e de alto risco maiores (22%, 26% e 18% respectivamente). Considerando que nessas épocas existe maior potencial de produtividade de grãos, por coincidir o período da floração com a época de maior disponibilidade de radiação solar, as mesmas podem ser indicadas em situações onde haja possibilidade de suplementação hídrica através da irrigação.

**Tabela 3** – Probabilidade em cada classe da razão ETr/ETm no subperíodo crítico (do início do pendoamento até 30 dias após o início do pendoamento) da cultura do milho para cada município e época de semeadura.

Municípios	Época	Alto Risco (ETr/ETm < 0,50)	Médio Risco (0,50 ≤ ETr/ETm ≤ 0,70)	Baixo Risco (ETr/ETm > 0,70)
Cruz Alta	01/Set	0,32	0,32	0,36
	01/Out	0,29	0,32	0,39
	01/Nov	0,30*	0,00*	0,70*
	01/Dez	0,03	0,21	0,76
Júlio de Castilhos	01/Set	0,30	0,37	0,33
	01/Out	0,33	0,36	0,31
	01/Nov	0,19*	0,24*	0,57*
	01/Dez	0,05	0,27	0,68
Passo Fundo	01/Set	0,09	0,28	0,63
	01/Out	0,17*	0,17*	0,66*
	01/Nov	0,17*	0,17*	0,66*
	01/Dez	0,13*	0,13*	0,74*
Santa Rosa	01/Ago	0,13*	0,00*	0,87*
	01/Set	0,10	0,31	0,57
	01/Out	0,14	0,36	0,50
	01/Nov	0,09*	0,26*	0,65*
	01/Dez	0,04*	0,26*	0,70*
São Borja	01/Ago	0,08	0,28	0,64
	01/Set	0,15	0,30	0,55
	01/Out	0,19	0,34	0,47
	01/Nov	0,30*	0,09*	0,61*
	01/Dez	0,09*	0,21*	0,70*
São Gabriel	01/Set	0,44	0,32	0,24
	01/Out	0,46	0,31	0,23
	01/Nov	0,21*	0,29*	0,50*
	01/Dez	0,25*	0,25*	0,50*

**Tabela 3** – Probabilidade em cada classe da razão ETr/ETm no subperíodo crítico (do início do pendoamento até 30 dias após o início do pendoamento) da cultura do milho para cada município e época de semeadura.

Municípios	Época	Alto Risco (ETr/ETm < 0,50)	Médio Risco (0,50 ≤ ETr/ETm ≤ 0,70)	Baixo Risco (ETr/ETm > 0,70)
Taquari	01/Ago	0,04*	0,11*	0,85*
	01/Set	0,08*	0,12*	0,80*
	01/Out	0,23*	0,23*	0,54*
	01/Nov	0,12*	0,15*	0,73*
	01/Dez	0,15*	0,23*	0,62*
Rio Grande	01/Set	0,40	0,35	0,25
	01/Out	0,37	0,30	0,33
	01/Nov	0,31	0,28	0,41
	01/Dez	0,23*	0,18*	0,59*
Encruzilhada do Sul	01/Set	0,20	0,33	0,47
	01/Out	0,21	0,35	0,44
	01/Nov	0,10	0,28	0,62
	01/Dez	0,10*	0,10*	0,80*
Veranópolis	01/Set	0,08*	0,17*	0,75*
	01/Out	0,17*	0,17*	0,66*
	01/Nov	0,04*	0,13*	0,83*
	01/Dez	0,17*	0,08*	0,75*
Média dos 10 locais	01/Ago	0,08	0,13	0,79
	01/Set	0,22	0,28	0,50
	01/Out	0,26	0,29	0,45
	01/Nov	0,18	0,19	0,63
	01/Dez	0,12	0,20	0,68
Média Geral		<b>0,17</b>	<b>0,22</b>	<b>0,61</b>

\* Probabilidade obtida pelo índice do número de anos dentro dos limites da classe dividido pelo total de anos utilizados no estudo

Baseando-se nos valores médios de todos os locais e épocas de semeadura, nas diferentes classes de risco, verificou-se 17% de probabilidade de ocorrer alto risco à produção de grãos de milho nos locais avaliados, 22% de ocorrer médio risco e 61% de ocorrer baixo risco, ou seja, condições não limitantes de disponibilidade hídrica para a cultura em seis a cada dez anos (Tabela 3).

Na tabela 4, é apresentada a probabilidade do índice ETr/ETm no subperíodo do início da floração até o início do enchimento de grãos da cultura da soja, em cada classe de risco à produção para três

épocas de semeadura em 10 municípios no Estado do Rio Grande do Sul. Observa-se que a probabilidade de baixo risco aumenta à medida que se atrasa a época de semeadura a partir de 01 de outubro, com exceção dos municípios de São Borja e Taquari. Sendo assim, pode-se inferir que a semeadura em época mais tardia (01 de dezembro), possibilita diminuir riscos por deficiência hídrica à produção de soja na maioria dos municípios analisados neste trabalho. Resultado este que pode ser explicado pelo subperíodo crítico da soja (início da floração até o início do enchimento de grãos) ocorrer em época de menor demanda hídrica



**Tabela 4** – Probabilidade em cada classe da razão ETr/ETm no subperíodo crítico (do início da floração até o início do enchimento de grãos) da cultura da soja para cada município e época de semeadura.

Municípios	Época	Alto Risco (ETr/ETm < 0,40)	Médio Risco (0,40 ≤ ETr/ETm ≤ 0,60)	Baixo Risco (ETr/ETm > 0,60)
Cruz Alta	01/Out	0,25	0,37	0,38
	01/Nov	0,26*	0,21*	0,53*
	01/Dez	0,06	0,22	0,72
Júlio de Castilhos	01/Out	0,29*	0,38*	0,33*
	01/Nov	0,29*	0,19*	0,52*
	01/Dez	0,12	0,27	0,61
Passo Fundo	01/Out	0,10	0,28	0,62
	01/Nov	0,14*	0,22*	0,64*
	01/Dez	0,05	0,21	0,74
Santa Rosa	01/Out	0,23*	0,27*	0,50*
	01/Nov	0,10	0,26	0,63
	01/Dez	0,06	0,24	0,70
São Borja	01/Out	0,29*	0,19*	0,52*
	01/Nov	0,11	0,30	0,59
	01/Dez	0,10*	0,33*	0,57*
São Gabriel	01/Out	0,35	0,36	0,29
	01/Nov	0,26	0,34	0,40
	01/Dez	0,24	0,34	0,42
Taquari	01/Out	0,23*	0,15*	0,62*
	01/Nov	0,19*	0,31*	0,50*
	01/Dez	0,09	0,31	0,60
Rio Grande	01/Out	0,50*	0,25*	0,25*
	01/Nov	0,32	0,36	0,33
	01/Dez	0,20	0,35	0,45
Encruzilhada do Sul	01/Out	0,28	0,40	0,32
	01/Nov	0,12	0,34	0,54
	01/Dez	0,09	0,26	0,65
Veranópolis	01/Out	0,25*	0,25*	0,50*
	01/Nov	0,12	0,26	0,62
	01/Dez	0,04	0,19	0,77
Médias dos 10 locais	01/Out	0,28	0,29	0,43
	01/Nov	0,19	0,28	0,53
	01/Dez	0,11	0,27	0,62
<b>Média Geral</b>		<b>0,19</b>	<b>0,28</b>	<b>0,53</b>

\* Probabilidade obtida pelo índice do número de anos dentro dos limites da classe dividido pelo total de anos utilizados no estudo

atmosférica quando a semeadura é realizada em dezembro (MATZENAUER et al., 2002). Para a semeadura de outubro, a situação é diferente, já que as condições meteorológicas no RS, em geral, proporcionam maior demanda evaporativa da atmosfera a partir da segunda quinzena de dezembro até o final de janeiro, fazendo com que haja coincidência do período crítico da cultura com este período, o que explica a menor probabilidade de baixo risco e, conseqüentemente, a maior probabilidade de alto risco.

Na categoria de baixo risco a probabilidade de ocorrência de ETr/ETm oscilou entre 25% (01/out em Rio Grande) a 77% (01/dez em Veranópolis), enfatizando a importância do planejamento da época de semeadura para diminuição de riscos à produção de grãos de soja. Considerando a época de semeadura em cada município que proporciona a maior probabilidade de baixo risco, obtêm-se média de 62,7%, oscilando entre 42% (São Gabriel) a 77% (Veranópolis). Dessa forma, verifica-se que em 37,3% das safras de soja tem-se probabilidade que ocorra médio e/ou alto risco nos municípios estudados. Sendo assim, pode-se inferir que é possível minimizar os riscos de deficiência hídrica, através do planejamento de épocas de semeadura, possibilitando reduzir perdas nas safras de soja, que ocorrem em cerca de 45% dos anos, devido a deficiência hídrica, causada pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular das chuvas, conforme MATZENAUER et al. (2002).

Por outro lado observa-se, com exceção de Cruz Alta e Passo Fundo, probabilidade de diminuição de alto risco para a cultura da soja a medida que se atrasa a época de semeadura a partir de 01 outubro. Portanto, de maneira geral, observa-se que com o atraso da época de semeadura é possível reduzir riscos à produção de soja, pois a probabilidade de baixo risco cresce e de alto risco decresce.

A probabilidade de ocorrer alto risco variou entre 4% na semeadura de 01/dez em Veranópolis, indicando uma boa época de semeadura para este local, a 50% para a semeadura de 01/out em Rio Grande, indicando um elevado risco à cultura e revelando que para todas as épocas e municípios estudados existe probabilidade de alto risco (Tabela 4). As localidades que apresentaram as maiores probabilidades de ocorrer alto risco foram Rio

Grande, São Gabriel e Júlio de Castilhos, com os maiores índices nas semeaduras de outubro e novembro. As menores probabilidades de alto risco foram observadas na semeadura de dezembro em Cruz Alta, Passo Fundo, Santa Rosa e Veranópolis. Passo Fundo apresentou as menores probabilidades de alto risco para a soja.

Os valores médios de probabilidades de todos os locais, em cada época de semeadura, revelam que na semeadura de dezembro ocorre a maior probabilidade de baixo risco, com um valor de 62% e a menor probabilidade de alto risco com 11%, indicando ser esta a melhor época de semeadura para a cultura da soja, visando a redução de riscos por deficiência hídrica. A época de semeadura de outubro apresenta maior risco à produção, com probabilidades de baixo risco menor (43%) e probabilidade de alto risco maior (28%).

Com base nos valores médios de todos os locais e épocas de semeadura, nas diferentes classes de risco, verifica-se 19% de probabilidade de ocorrer alto risco à produção de grãos de soja nos locais avaliados, 28% de ocorrer médio risco e 53% de ocorrer baixo risco, ou seja, condições não limitantes de disponibilidade hídrica para a cultura em aproximadamente cinco safras a cada dez (Tabela 4).

## Conclusões

As épocas de semeadura, com menor risco à produção de grãos por deficiência hídrica, para a cultura do milho, são agosto e dezembro.

A época de semeadura, com menor risco à produção de grãos por deficiência hídrica para a cultura da soja, é dezembro.

As épocas de semeadura de maior risco à produção de grãos de milho são setembro e outubro.

A época de semeadura de maior risco à produção de grãos de soja é a de outubro.

As localidades que apresentam menor risco à produção de grãos de milho e de soja, são Passo Fundo e Veranópolis.

As localidades que apresentam maior risco à produção de grãos de milho e soja são Rio Grande e São Gabriel.



## Referências bibliográficas

- ASSAD, E.D.; CASTRO, L.H.R. de. Análise freqüencial da pluviometria para a estação de Sete Lagoas-MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3. p.397-402, 1991.
- ASSIS, F.N. de. **Modelagem da ocorrência e da quantidade de chuva e de dias secos em Piracicaba-SP e Pelotas-RS**. Piracicaba: USP, 1991. 134p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1991.
- ÁVILA, A.M.H. de et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.149-154, 1996.
- BARNI, N.A.; MATZENAUER, R. Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distintos ambientes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.189-203, 2000.
- BELTRAME, L.F.S.; TAYLOR, J.C.; CAUDURO, F.A. **Probabilidade de ocorrência de déficits e excessos hídricos em solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, 1979. 79p.
- BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 1992. p.11-24.
- BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos da soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos: INPE, 1987. 93p. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 1987.
- BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque “classe A” e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.22, n.2, p. 251-259. 1986.
- BISOTTO, V. Algumas considerações sobre a cultura do milho. In: **Indicações técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO/EMBRAPA Trigo/EMATER/RS, FECOAGRO/RS. ago 2001. 195 p. (Boletim Técnico, n.6).
- BISOTTO, V.; FARIAS, A.D. Algumas considerações sobre a cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 31, 2003, Porto Alegre. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2003/2004**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 137 p.
- BRUNINI, O. et al. Riscos climáticos para a cultura do milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.519-526, 2001.
- CAMPOS, H. de **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, 1983. 349 p.
- CASTRO, R. **Distribuição probabilística da freqüência de precipitação na região de Botucatu-SP**. Botucatu, 1996. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1994.
- FARIAS, J.R.B. et al. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.415-421, 2001.
- MATZENAUER, R. et al. Análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura do milho na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.2, p. 263-273, 2000.
- MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105 p. (BOLETIM FEPAGRO, 10).

MATZENAUER, R. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p. 35-43, 2002.

PENMAN, H.L. Evaporation: and introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.4, p. 9-29, 1956.

SILVA, S.C.; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.536-543, 2001.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. **Yearbook of Agriculture**, Washington, p. 346-358, 1955.