

ISSN 0104-1347

## Probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior à evapotranspiração máxima na cultura da soja, no Rio Grande do Sul

Probability to occur pluvial precipitation equal or greater than the maximum evapotranspiration for soybean crop in Rio Grande do Sul State, Brazil

Ronaldo Matzenauer<sup>1</sup>, Alberto Cargnelutti Filho<sup>2</sup> e Cristiano Schacker dos Anjos<sup>3</sup>

**Resumo.** Determinou-se a probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ETm) da cultura da soja, em diferentes subperíodos e épocas de semeadura, para dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Com os dados diários de precipitação pluvial, obtidos no Banco de Dados Meteorológicos do Laboratório de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS, determinou-se o total de precipitação pluvial (TPP) em cada subperíodo de cada época de semeadura e município. Avaliou-se o ajuste dos dados de TPP em cada subperíodo, época de semeadura e município, às distribuições normal e gama, usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste de Kolmogorov-Smirnov para a segunda. Verificou-se que, em 85% e 39% dos casos, a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm da cultura da soja e a 60% da ETm, respectivamente, foi inferior a 0,60, indicando elevada frequência de deficiências hídricas. Durante o subperíodo crítico, a maior probabilidade de a precipitação ser igual ou maior que a ETm foi de 28%. As menores probabilidades ocorreram durante os subperíodos mais críticos da cultura, compreendidos entre a 1ª folha trifoliolada desenvolvida até o início do enchimento de grãos. Júlio de Castilhos, São Gabriel, Rio Grande, Encruzilhada do Sul e Taquari foram as localidades que apresentaram as menores probabilidades, indicando alto risco à produção de grãos, sendo que Passo Fundo apresentou as maiores probabilidades. As épocas de semeadura que apresentaram as menores probabilidades, durante o ciclo completo da cultura, foram outubro e novembro, sendo que no período crítico, a época de dezembro, apresentou menor risco.

**Palavras-chave:** disponibilidade hídrica; época de semeadura; *Glycine max* L.

**Abstract.** It was determined the probability to occur equal or superior pluvial precipitation 100% and 60% of the maximum evapotranspiration (ETm) of the soybean crop, in different subperiod and sowing dates, for ten locations in Rio Grande do Sul State. With the daily pluvial precipitation data, gotten in the Meteorological Data base of the Laboratory of Agrometeorology of the State Foundation of farming Research Fepagro/SCT-RS, determined the accumulation of pluvial precipitation (TPP) in each subperiod, sowing date and locality. The adjustment of the data of TPP was evaluated in each subperiod, sowing date and locality, to the distributions normal and gama, using Lilliefors' test for first and Kolmogorov-Smirnovs' test for second. It was verified that, in 85% and 39% of the cases, the probability be equal or superior the pluvial precipitation of the ETm and 60% of the ETm for soybean crop, respectively, were inferior the 0.60, indicating raised frequency of water deficiencies. During critical subperiod, the biggest probability of the equal or bigger precipitation to be that the ETm was of 28%. The lowest probabilities had occurred during the subperíodos most critical of the culture, understood between first developed trifoliolate leaf until the beginning of the wadding of grains. Júlio de Castilhos, São Gabriel, Rio Grande, Encruzilhada do Sul and Taquari had been the locations that had presented the lower probabilities, indicating high risk to the production of grains, being that Passo Fundo presented the highest probabilities. The sowing dates that had presented the lower probabilities during the complete cycle of the culture had been October and November, being that in the critical period, the sowing of December presented lesser risk.

**Key words:** water availability; sowing date; *Glycine max* L.

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br - Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Estatística/Experimentação Agropecuária – FEPAGRO/SCT - alberto-cargnelutti@fepagro.rs.gov.br

<sup>3</sup>Estudante de Agronomia, Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT.

## Introdução

A soja é a cultura produtora de grãos que ocupa a maior área cultivada no Estado do Rio Grande do Sul (RS), embora ocorram, com frequência, reduções nas safras desta cultura. Segundo CUNHA *et al.* (1998), as oscilações de rendimento da cultura da soja entre locais e anos, devem-se à variabilidade na distribuição das chuvas, principalmente durante o período de primavera-verão, sendo esta, a principal causa à limitação na expressão do potencial de rendimento da cultura no Sul do Brasil. Conforme dados da EMATER/RS, durante o período de 1995/96 a 2000/01, verificaram-se reduções em quatro safras de soja (1995/96, 1996/97, 1998/99 e 1999/00), com perdas que totalizaram 5,57 milhões de toneladas de grãos.

Segundo BERLATO (1992), a variabilidade interanual das condições hídricas do solo determinada pela variabilidade das chuvas é o fator que exerce maior influência na oscilação dos rendimentos das culturas de primavera-verão no RS. Resultados de pesquisa demonstram que, em cada vinte anos, há nove, em que as safras de soja são reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular das chuvas (MATZENAUER *et al.*, 2002). Os autores concluíram que a precipitação pluvial, na maioria dos anos, não é suficiente para atender à demanda hídrica da cultura da soja em diversas localidades do Rio Grande do Sul, principalmente durante o período crítico. Recomendam que, no caso de suplementação hídrica, deve-se sempre dar preferência ao período crítico das culturas; no caso da soja, do início da floração até o início do enchimento de grãos.

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.

O conhecimento da probabilidade da precipitação pluvial atender à necessidade hídrica da cultura da soja, em diferentes épocas de semeadura e subperíodos, possibilita planejar para cada local a época de semeadura que minimize o risco de ocorrência de deficiência hídrica, principalmente no período crítico da cultura.

Neste trabalho, objetivou-se determinar a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou supe-

rior à evapotranspiração máxima da cultura da soja, e a 60% da evapotranspiração máxima, em diferentes subperíodos de desenvolvimento da cultura e épocas de semeadura, para dez localidades do RS.

## Material e métodos

As estimativas da evapotranspiração máxima média (ET<sub>m</sub>) dos diferentes subperíodos da cultura da soja (Tabela 1), nas épocas de semeadura de 01/outubro, 01/novembro e 01/dezembro nos municípios (Figura 1) de Cruz Alta, Júlio de Castilhos, Passo Fundo, São Gabriel, Veranópolis, Rio Grande, Encruzilhada do Sul, Santa Rosa, São Borja e Taquari do Estado do Rio Grande do Sul (RS), foram obtidas em MATZENAUER *et al.* (2002), considerando os períodos mostrados na Tabela 2.

Por meio de dados diários de precipitação pluvial, obtidos no Banco de Dados Meteorológicos do Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS, determinou-se o total de precipitação pluvial em cada subperíodo de cada época de semeadura e município, considerando os períodos listados na Tabela 2.

Avaliou-se o ajuste dos dados de total de precipitação pluvial em cada subperíodo, época de semeadura e município, às distribuições normal e gama, usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste de Kolmogorov-Smirnov para a segunda (CAMPOS, 1983).

Determinou-se a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial igual ou superior a 100% e 60% da ET<sub>m</sub> da cultura da soja, em cada subperíodo, época de semeadura e município. O valor de 60% da evapotranspiração máxima utilizado foi baseado no índice de consumo relativo de água (ET<sub>r</sub>/ET<sub>m</sub>) de 0,60, considerado como de baixo risco para a produção da soja no RS (MATZENAUER *et al.*, 2002). Ou seja, regiões com consumo relativo de água igual ou maior que 0,60 apresentam baixo risco para a produção de grãos de soja, significando que a evapotranspiração real poderia ser reduzida em até 40% da evapotranspiração máxima da cultura.

## Resultados e discussão

O teste de Kolmogorov-Smirnov, foi aplicado em 150 casos (5 subperíodos, 10 municípios e 3 épocas de semeadura). Nos 150 casos, houve ajustamen-

**Tabela 1.** Valores médios de evapotranspiração máxima (ETm) em mm, em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura da soja.

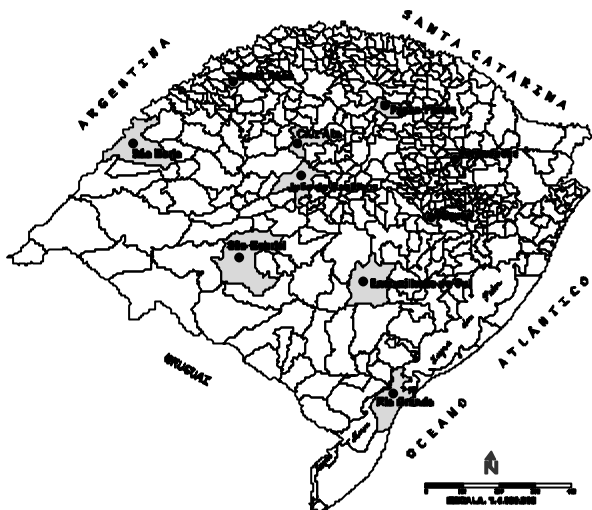
Época	Subperíodo					Subperíodo				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
	Cruz alta					Júlio de Castilhos				
01/Out	37	284	312	215	849	42	301	339	247	930
01/Nov	48	242	286	182	758	50	257	323	211	841
01/Dez	55	186	249	174	664	59	205	285	201	750
	Passo Fundo					São Gabriel				
01/Out	39	283	316	208	845	56	311	359	186	912
01/Nov	47	237	298	193	774	99	259	302	182	841
01/Dez	54	192	259	190	695	59	246	282	171	757
	Veranópolis					Rio Grande				
01/Out	40	281	314	234	869	36	260	302	221	819
01/Nov	48	233	304	209	794	44	224	287	193	748
01/Dez	53	192	272	204	721	51	183	255	186	676
	Encruzilhada do Sul					Santa Rosa				
01/Out	39	268	302	221	786	51	274	334	179	838
01/Nov	53	232	280	188	715	85	229	289	182	785
01/Dez	54	186	257	192	654	50	227	268	173	718
	São Borja					Taquari				
01/Out	52	284	331	174	842	50	264	316	173	803
01/Nov	91	235	283	174	783	81	218	281	167	747
01/Dez	53	227	263	164	707	49	214	262	154	680

Subperíodos: S1 = semeadura – 1ª folha trifoliolada desenvolvida ; S2 = 1ª folha trifoliolada desenvolvida – início da floração ; S3 = início da floração – início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos – maturação fisiológica ; S5 = semeadura – maturação fisiológica.

to dos dados do total de precipitação pluvial (TPP) à distribuição gama com  $p > 0,20$ , ou seja, com boa aderência. Sendo assim, na Tabela 3 são apresentadas as estimativas dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição gama em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura da soja, que foram usadas para obter a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ETm) da cultura da soja, em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura (Tabela 4).

As probabilidades de a precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima da soja nos vários locais, subperíodos e épocas de semeadura variaram de 0,01 a 0,92. Considerando o nível de 60% da ETm, a variabilidade foi de 0,10 a 0,97, mas, em nenhuma época/local houve 100% de atendimento da demanda hídrica, mostrando que sempre existe deficiência hídrica em todos os estádios de desenvolvimento da cultura da soja (Tabela 4).

Em qualquer época e/ou local a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima, durante o ciclo completo da cultura (S5), foi sempre inferior a 0,40 (Tabela 4), com valores médios das localidades de 19, 14 e 15%, respectivamente, para as épocas de semeadura de 01/outubro, 01/novembro e 01/dezembro (Figura 3), indicando alta ocorrência de deficiências hídricas. Essas baixas probabilidades podem ser explicadas pelo elevado consumo de água que ocorre durante o ciclo completo da cultura (777 mm) (Figura 2). Outro fator responsável, segundo BERLATO (1992), é a grande variabilidade das condições hídricas do solo determinada pela variabilidade das chuvas, o fator que exerce maior peso na oscilação dos rendimentos das culturas de primavera-verão no Rio Grande do Sul. Quando o nível da Etm é de 60%, as probabilidades elevam-se para 73, 72 e 73%, respectivamente, para as épocas de semeadura de 01/outubro, 01/novembro e 01/dezembro (Figura 3). As localidades que apre-



**Figura 1.** Localização geográfica dos municípios no Estado do Rio Grande do Sul, avaliados no trabalho.

sentaram as menores probabilidades foram: São Gabriel, Júlio de Castilhos, Taquari, Rio Grande e Encruzilhada do Sul. Por outro lado, as maiores probabilidades, durante o ciclo completo, ocorreram em Passo Fundo, indicando uma região de menor risco para a produção de grãos de soja.

No subperíodo crítico S3 (do início da floração até o início do enchimento de grãos), a ETm média dos locais e épocas de semeadura foi de 294 mm (Tabela 1), o que coincidiu com baixas probabilidades, indicando necessidade para se ajustar a época de semeadura para cada local para que coincida com a época de maior atendimento das necessidades hídricas na cultura desse subperíodo. Em média, a ETm no subperíodo S3, decresce com o atraso da época de semeadura (Figura 2), ocorrendo o inverso com a pro-

bilidade de atendimento da ETm (Figura 3). Em todos os locais, considerando 100 e 60% da ETm durante o período crítico S3, a probabilidade aumenta com o atraso da época de semeadura (Tabela 4) e se pode inferir que semeaduras realizadas em 01/ dezembro são as de menor risco à produção de grãos. As baixas probabilidades verificadas durante o subperíodo S3, principalmente nas épocas de semeadura de outubro e novembro, ocorrem devido à maior coincidência deste subperíodo com os períodos de maior demanda evaporativa da atmosfera nos meses de dezembro e janeiro. Durante a semeadura de dezembro, o subperíodo crítico coincide com um período de alta demanda ainda, porém, com decréscimo da mesma, o que explica o aumento da probabilidade, embora, ainda baixa.

Durante o subperíodo S2 - da 1ª folha trifoliolada desenvolvida até o início da floração - as probabilidades também foram baixas, principalmente nas épocas de novembro e dezembro (Tabela 4). Neste subperíodo, verificaram-se probabilidades variando de 0,01 a 0,36 com 100% da ETm e entre 0,10 e 0,73 no nível de 60% da ETm.

Os subperíodos que apresentaram as probabilidades mais altas foram no início e no final do ciclo, respectivamente, S1 e S4 (Figura 3). No início do ciclo, durante o subperíodo da semeadura até a 1ª folha trifoliolada, o consumo de água da cultura é menor (Figura 2), em função da menor área foliar, sendo parte da evapotranspiração devido à evaporação da água do solo. Neste subperíodo, as menores probabilidades foram verificadas na época de dezembro. No final do ciclo, durante o subperíodo do início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica, o consumo de água da cultura decresce, devido à redução

**Tabela 2.** Períodos considerados para as estimativas de evapotranspiração máxima (ETm) da cultura da soja e total de precipitação pluvial (TPP) em cada subperíodo e época de semeadura, nas diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Localidade	Região climática	Períodos	
		ETm	TPP
Cruz Alta	Planalto	75/76-96/97	75/76 - 01/02
Júlio de Castilhos	Planalto	75/76-95/96	75/76 - 95/96
Passo Fundo	Planalto	75/76-96/97	75/76 - 01/02
Santa Rosa	Missões	75/76-98/99	75/76, 77/78 - 98/99
São Borja	Vale do Uruguai	75/76-97/98	75/76, 77/78 - 84/85, 86/87-99/00
São Gabriel	Depressão Central	75/76-99/00	75/76 - 99/00
Taquari	Depressão Central	75/76-00/01	75/76 - 00/01
Rio Grande	Litoral Sul	75/76-98/99	75/76 - 98/99
Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste	75/76-98/99	75/76 - 93/94, 95/96 - 98/99
Veranópolis	Serra do Nordeste	75/76-98/99	75/76 - 98/99

**Tabela 3.** Estimativa dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição gama em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura da soja.

Município	Época	$\hat{a}$					$\hat{b}$				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz alta	01/Out	2,23	2,50	2,45	3,40	8,26	47,14	95,40	69,31	58,51	86,19
	01/Nov	1,85	2,48	3,32	3,85	8,47	58,72	61,48	60,29	41,37	73,31
	01/Dez	1,50	1,56	3,40	3,80	8,25	42,86	89,37	58,51	43,57	68,98
Júlio de Castilhos	01/Out	1,83	3,79	4,38	5,25	11,22	45,64	64,37	33,43	36,25	59,21
	01/Nov	2,00	4,51	3,23	4,74	13,95	48,57	32,59	52,66	37,11	42,30
	01/Dez	1,96	2,52	5,25	2,03	11,62	36,42	46,53	36,25	82,66	47,04
Passo Fundo	01/Out	2,44	4,10	5,59	5,85	9,56	56,16	62,73	38,18	34,20	84,48
	01/Nov	2,81	5,17	4,03	2,95	11,05	40,01	37,18	52,82	56,05	61,84
	01/Dez	2,64	2,86	5,85	3,67	12,62	36,67	54,42	34,20	43,66	48,56
São Gabriel	01/Out	1,72	1,74	2,10	3,21	10,98	46,56	96,92	58,40	55,64	50,13
	01/Nov	1,44	2,82	1,93	2,70	11,15	59,39	30,83	81,35	59,82	44,03
	01/Dez	2,51	1,22	3,21	2,91	9,45	22,03	55,40	55,64	55,03	48,83
Veranópolis	01/Out	3,09	3,58	5,63	5,91	11,77	30,15	71,61	30,75	36,21	62,59
	01/Nov	2,84	5,98	5,48	5,04	13,71	36,43	30,47	37,44	30,21	46,91
	01/Dez	3,09	5,78	5,91	4,13	15,77	29,80	22,30	36,21	32,07	36,00
Rio Grande	01/Out	1,55	3,23	1,84	1,92	4,99	43,45	44,62	70,13	88,07	102,20
	01/Nov	1,00	2,56	1,89	2,38	5,75	72,79	40,98	73,82	65,37	82,15
	01/Dez	4,61	1,82	1,92	1,51	4,92	9,70	56,27	88,07	81,04	89,15
Encruzilhada do Sul	01/Out	1,53	3,08	2,42	4,22	9,91	43,38	66,22	54,68	40,02	57,71
	01/Nov	5,53	3,73	2,92	3,77	13,68	16,22	35,78	56,61	36,52	38,46
	01/Dez	1,99	1,55	4,22	1,85	10,28	30,20	69,69	40,02	82,31	47,58
Santa Rosa	01/Out	2,16	3,19	4,38	4,97	8,53	59,32	73,84	37,46	44,76	87,90
	01/Nov	1,70	2,99	3,32	5,50	11,87	66,96	40,38	58,28	36,50	52,99
	01/Dez	2,68	1,84	4,97	4,67	10,42	30,70	44,38	44,76	36,79	53,57
São Borja	01/Out	1,15	2,88	5,49	5,66	14,33	84,98	78,25	30,76	36,58	48,81
	01/Nov	2,20	2,91	1,75	6,16	17,93	56,24	43,36	100,4	30,97	34,39
	01/Dez	2,46	1,41	5,66	3,66	15,10	38,24	53,14	36,58	51,03	37,28
Taquari	01/Out	2,21	5,35	4,46	4,72	16,04	42,23	37,19	33,75	37,77	38,72
	01/Nov	2,00	5,38	3,44	5,14	22,47	48,45	22,13	50,76	30,70	24,42
	01/Dez	2,31	1,49	4,72	6,38	22,09	32,71	50,17	37,77	24,28	21,89

Subperíodos: S1 = semeadura – 1ª folha trifoliolada desenvolvida; S2 = 1ª folha trifoliolada desenvolvida – início da floração; S3 = início da floração – início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos – maturação fisiológica; S5 = semeadura – maturação fisiológica.

da área foliar pela senescência das folhas, no final do ciclo.

Em média, com exceção do subperíodo S1, em todos os demais a evapotranspiração decresce com o atraso da época de semeadura (Figura 3). Na média dos locais e épocas de semeadura, a ETm foi de 777 mm (Tabela 1), o que explica, em parte, as baixas probabilidades de atendimento das necessidades hídricas da cultura durante todo o ciclo (Figura 2). Por outro lado, menor consumo de água durante S1 e

S4 (Figura 2) ajuda a explicar as maiores probabilidades nestes subperíodos.

## Conclusões

A disponibilidade hídrica é um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento da soja no RS, pois existem restrições hídricas ao rendimento de grãos, com variações na sua intensidade dependendo da região e da época de semeadura.

**Tabela 4.** Probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ETm) em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura da soja.

Município	Época	ETm					60% da ETm				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz alta	01/Out	0,86	0,31	0,10	0,37	0,26	0,95	0,61	0,36	0,71	0,79
	01/Nov	0,76	0,16	0,19	0,33	0,24	0,89	0,45	0,53	0,70	0,77
	01/Dez	0,76	0,16	0,19	0,33	0,24	0,89	0,45	0,53	0,70	0,77
Júlio de Castilhos	01/Out	0,72	0,28	0,01	0,22	0,10	0,86	0,65	0,19	0,66	0,68
	01/Nov	0,72	0,07	0,07	0,29	0,07	0,87	0,40	0,34	0,70	0,68
	01/Dez	0,51	0,12	0,13	0,31	0,11	0,74	0,39	0,54	0,58	0,71
Passo Fundo	01/Out	0,92	0,36	0,13	0,41	0,40	0,97	0,73	0,55	0,82	0,89
	01/Nov	0,86	0,26	0,19	0,32	0,30	0,95	0,69	0,57	0,65	0,86
	01/Dez	0,74	0,29	0,22	0,31	0,29	0,90	0,61	0,67	0,67	0,88
São Gabriel	01/Out	0,57	0,13	0,02	0,40	0,03	0,77	0,35	0,13	0,72	0,47
	01/Nov	0,32	0,01	0,11	0,34	0,02	0,55	0,10	0,33	0,65	0,42
	01/Dez	0,38	0,02	0,14	0,38	0,04	0,67	0,10	0,46	0,69	0,48
Veranópolis	01/Out	0,86	0,36	0,04	0,36	0,25	0,96	0,71	0,37	0,79	0,85
	01/Nov	0,83	0,22	0,13	0,19	0,18	0,94	0,68	0,55	0,61	0,83
	01/Dez	0,76	0,12	0,23	0,13	0,14	0,92	0,55	0,69	0,50	0,83
Rio Grande	01/Out	0,66	0,09	0,06	0,27	0,10	0,82	0,37	0,23	0,53	0,47
	01/Nov	0,55	0,06	0,09	0,29	0,09	0,70	0,27	0,29	0,58	0,49
	01/Dez	0,33	0,13	0,20	0,21	0,12	0,73	0,37	0,46	0,43	0,51
Encruzilhada do Sul	01/Out	0,63	0,25	0,05	0,23	0,12	0,79	0,58	0,23	0,62	0,68
	01/Nov	0,84	0,09	0,12	0,21	0,10	0,97	0,40	0,41	0,58	0,74
	01/Dez	0,46	0,16	0,14	0,28	0,14	0,71	0,38	0,51	0,54	0,72
Santa Rosa	01/Out	0,82	0,32	0,03	0,62	0,33	0,93	0,66	0,28	0,90	0,84
	01/Nov	0,54	0,08	0,17	0,53	0,19	0,74	0,34	0,50	0,87	0,80
	01/Dez	0,71	0,03	0,28	0,43	0,17	0,88	0,16	0,70	0,80	0,76
São Borja	01/Out	0,61	0,27	0,03	0,60	0,21	0,76	0,60	0,30	0,91	0,86
	01/Nov	0,58	0,09	0,18	0,54	0,13	0,80	0,35	0,42	0,89	0,85
	01/Dez	0,73	0,03	0,23	0,53	0,16	0,89	0,15	0,68	0,82	0,83
Taquari	01/Out	0,73	0,20	0,03	0,46	0,12	0,88	0,64	0,25	0,82	0,81
	01/Nov	0,50	0,04	0,13	0,39	0,05	0,73	0,36	0,45	0,79	0,80
	01/Dez	0,65	0,04	0,15	0,45	0,04	0,84	0,16	0,54	0,86	0,76

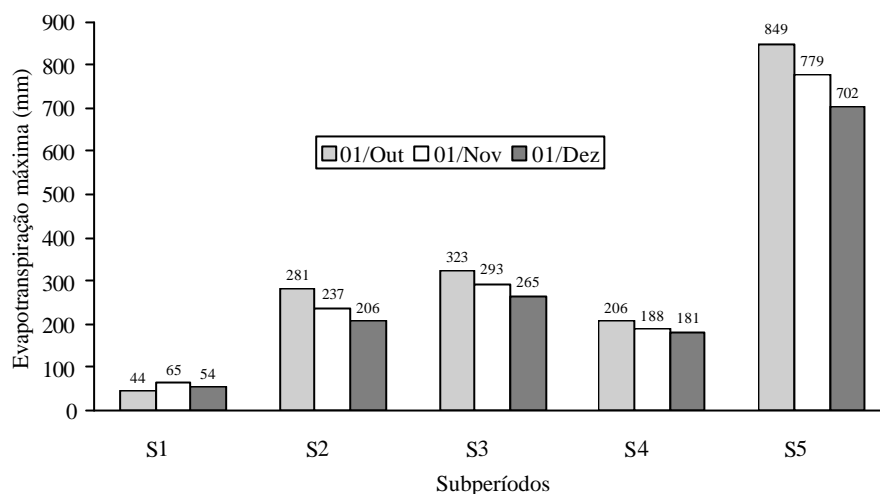
Subperíodos: S1 = semeadura – 1ª folha trifoliolada desenvolvida; S2 = 1ª folha trifoliolada desenvolvida – início da floração; S3 = início da floração – início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos – maturação fisiológica; S5 = semeadura – maturação fisiológica.

A probabilidade que a precipitação pluvial seja igual ou superior à evapotranspiração máxima da soja e a 60% da evapotranspiração máxima é inferior a 0,60, em 85% e 39% dos casos, respectivamente; as menores probabilidades ocorrem durante os subperíodos S2 e S3, compreendidos entre a emissão da 1ª folha trifoliolada e o início do enchimento de grãos.

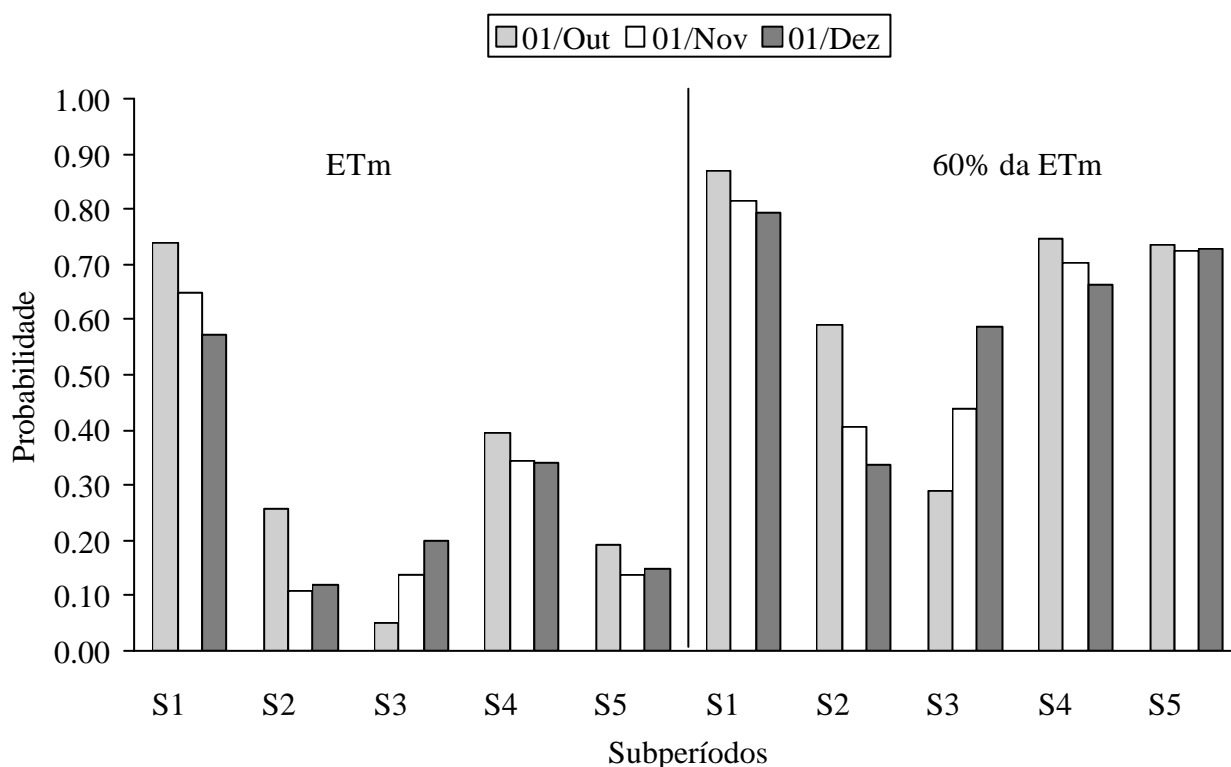
Durante o subperíodo crítico (S3), a probabilidade de a precipitação ser igual ou superior à

evapotranspiração máxima (ETm) é menor que 30%, em todos os casos; considerando o nível de 60% da ETm, a probabilidade é menor que 0,5, em 56% dos casos analisados.

A época de semeadura que apresenta a menor probabilidade durante o período crítico da soja, é a de outubro, sendo, portanto, a de maior risco à produção de grãos. O menor risco ocorre na semeadura de dezembro, a qual apresenta probabilidades maiores no referido subperíodo.



**Figura 2.** Evapotranspiração máxima (média de 10 locais do RS, em cada época de semeadura) nos subperíodos: S1 = semeadura – 1ª folha trifoliolada desenvolvida ; S2 = 1ª folha trifoliolada desenvolvida – início da floração; S3 = início da floração – início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos – maturação fisiológica; S5 = semeadura – maturação fisiológica.



**Figura 3.** Probabilidade (média de 10 locais do RS, em cada época de semeadura) de o TPP ser igual ou superior a ETm e 60% da ETm nos subperíodos: S1 = semeadura – 1ª folha trifoliolada desenvolvida; S2 = 1ª folha trifoliolada desenvolvida – início da floração; S3 = início da floração – início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos – maturação fisiológica e S5 = semeadura – maturação fisiológica.

Existe necessidade de ajustar a época de semeadura da cultura da soja para minimizar os efeitos causados pela deficiência hídrica em cada local do Rio Grande do Sul.

#### Referências bibliográficas

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.

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.

CAMPOS, H. de **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, 1983. 349 p.

CUNHA, G.R. da et al. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 111-119, 1998.

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).