

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA NA CULTURA DO MILHO, NO RIO GRANDE DO SUL

Ronaldo MATZENAUER¹, Alberto CARGNELUTTI FILHO², Cristiano SCHACKER dos ANJOS³

INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Sul (RS) ocorre, com frequência, reduções nas safras de milho. Nas últimas sete safras – de 1995/96 a 2001/2002 – ocorreram reduções em quatro delas (1995/96, 1996/97, 1998/99 e 1999/00), com perdas respectivamente de 1,575, 0,908, 1,022 e 1,072 milhões de toneladas de grãos. A análise do rendimento médio de grãos nos últimos 15 anos, mostra uma grande variabilidade, com valores oscilando entre 1136kg ha⁻¹ na safra 1990/91 a 3619kg ha⁻¹ na safra 2000/01 (BISOTTO, 2001).

BERLATO (1992) concluiu que a variabilidade interanual das condições hídricas do solo, determinada pela variabilidade das chuvas, é o fator isolado que exerce maior peso na oscilação dos rendimentos das culturas de primavera-verão no RS. Resultados de pesquisa mostram que a cada dez anos, em quatro, as safras de milho são reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular das chuvas (MATZENAUER et al., 2002). Segundo dados da EMATER/RS, cerca de 88% das reduções de rendimento de grãos de milho, são atribuídas 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.

Neste trabalho, objetivou-se determinar a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura do milho, e a 70% 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 (ETm) dos diferentes subperíodos da cultura do milho, nas épocas de semeadura de 01/agosto, 01/setembro, 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, foram obtidas em MATZENAUER et al. (2002), considerando os períodos mostrados na Tabela 1.

Através 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 acúmulo de precipitação pluvial em cada subperíodo de cada época de semeadura e município, considerando os períodos mostrados na Tabela 1.

Avaliou-se o ajuste dos dados de acúmulo de precipitação pluvial em cada subperíodo, época de semeadura e município, às distribuições normal e gamma,

usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste de Kolmogorov-Smirnov para a segunda (CAMPOS, 1983).

Tabela 1. Períodos considerados para as estimativas de Evapotranspiração máxima (ETm) da cultura do milho e acúmulo de precipitação pluvial (APP) em cada subperíodo e época de semeadura, nas diferentes localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Localidade/Região climática	Períodos	
	ETm	APP
Cruz Alta ¹	75/76-97/98	75/76-01/02
Júlio de Castilhos ¹	75/76-95/96	75/76-95/96
Passo Fundo ¹	75/76-98/99	75/76-01/02
Santa Rosa ²	75/76-98/99	75/76, 77/78-98/99
São Borja ³	75/76-99/00	75/76, 77/78-84/85, 86/87-99/00
São Gabriel ⁴	75/76-99/00	75/76-99/00
Taquari ⁴	75/76-00/01	75/76-00/01
Rio Grande ⁵	75/76-98/99	75/76-98/99
Encruzilhada do Sul ⁶	75/76-98/99	75/76-93/94, 95/96-98/99
Veranópolis ⁷	75/76-98/99	75/76-98/99

1 – Planalto, 2 – Missões, 3 – Vale do Uruguai, 4 – Depressão Central, 5 – Litoral Sul, 6 – Serra do Sudeste, 7 – Serra do Nordeste.

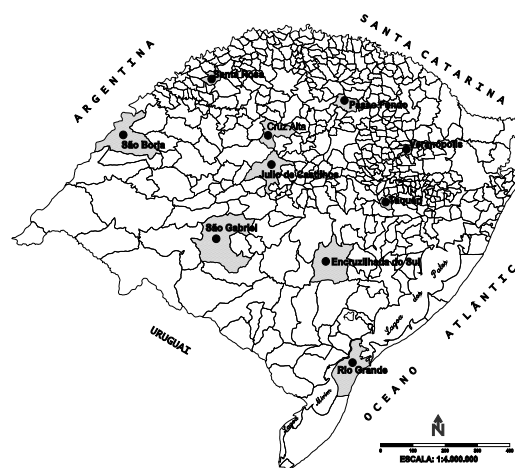


Figura 1. Localização geográfica dos municípios no Estado do Rio Grande do Sul, avaliados no trabalho.

Determinou-se a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial igual ou superior à 100% e 70% da ETm da cultura do milho, em cada subperíodo, época de semeadura e município. O valor de 70% da evapotranspiração máxima utilizado, foi baseado no índice de consumo relativo de água (ETr/ETm) de 0,70, considerado como de baixo risco para a produção de milho no RS (MATZENAUER et al., 2002). Ou seja, regiões com consumo relativo de água igual ou maior que 0,70, apresentam baixo risco para a produção de milho, significando que a evapotranspiração real poderia ser reduzida em até 30% da evapotranspiração máxima da cultura.

¹ 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.

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Kolmogorov-Smirnov, foi aplicado em 215 casos (7 municípios com 4 épocas de semeadura e 3 municípios com 5 épocas, em 5 subperíodos). Nos 215 casos, houve ajustamento dos dados de acúmulo de precipitação pluvial à distribuição gamma com $p > 0,20$, ou seja, com boa aderência.

Tabela 2. Probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 70% da Evapotranspiração máxima (ETm) em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura do milho.

Município	Época	ETm					70% da ETm				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta	1/09	0,96	0,52	0,17	0,54	0,69	0,99	0,73	0,36	0,72	0,93
	1/10	0,81	0,24	0,30	0,64	0,54	0,90	0,45	0,47	0,81	0,84
	1/11	0,51	0,26	0,46	0,68	0,50	0,68	0,44	0,68	0,86	0,83
	1/12	0,47	0,53	0,47	0,62	0,60	0,64	0,74	0,73	0,78	0,85
Júlio de Castilhos	1/09	0,88	0,45	0,09	0,37	0,48	0,95	0,70	0,29	0,58	0,86
	1/10	0,78	0,18	0,15	0,55	0,37	0,90	0,42	0,34	0,78	0,78
	1/11	0,50	0,12	0,25	0,60	0,28	0,70	0,32	0,49	0,82	0,74
	1/12	0,35	0,32	0,37	0,52	0,42	0,60	0,56	0,66	0,67	0,80
Passo Fundo	1/09	0,96	0,55	0,30	0,58	0,81	0,98	0,76	0,60	0,79	0,98
	1/10	0,80	0,36	0,34	0,70	0,64	0,90	0,63	0,57	0,89	0,92
	1/11	0,55	0,33	0,47	0,58	0,57	0,73	0,64	0,70	0,77	0,89
	1/12	0,66	0,52	0,41	0,52	0,62	0,86	0,73	0,63	0,70	0,90
São Gabriel	1/09	0,85	0,56	0,11	0,29	0,43	0,94	0,78	0,25	0,48	0,82
	1/10	0,72	0,28	0,15	0,47	0,34	0,86	0,50	0,28	0,69	0,76
	1/11	0,36	0,14	0,30	0,45	0,21	0,51	0,28	0,54	0,66	0,62
	1/12	0,30	0,61	0,26	0,54	0,48	0,47	0,79	0,48	0,70	0,82
Veranópolis	1/09	0,97	0,58	0,29	0,63	0,82	0,99	0,80	0,63	0,85	0,99
	1/10	0,85	0,40	0,42	0,65	0,69	0,94	0,76	0,68	0,84	0,95
	1/11	0,66	0,35	0,56	0,48	0,61	0,81	0,67	0,82	0,69	0,93
	1/12	0,62	0,67	0,30	0,62	0,67	0,82	0,91	0,53	0,79	0,94
Rio Grande	1/09	0,90	0,34	0,11	0,40	0,40	0,96	0,60	0,27	0,58	0,72
	1/10	0,66	0,14	0,21	0,48	0,34	0,82	0,34	0,39	0,63	0,65
	1/11	0,38	0,22	0,27	0,62	0,36	0,62	0,39	0,46	0,77	0,67
	1/12	0,41	0,33	0,48	0,44	0,45	0,58	0,52	0,66	0,61	0,70
Encruzilhada do Sul	1/09	0,91	0,46	0,17	0,44	0,54	0,97	0,71	0,37	0,65	0,90
	1/10	0,72	0,27	0,24	0,62	0,46	0,86	0,57	0,41	0,83	0,85
	1/11	0,62	0,20	0,37	0,54	0,45	0,80	0,40	0,61	0,73	0,83
	1/12	0,44	0,45	0,38	0,55	0,55	0,64	0,67	0,59	0,68	0,86
Santa Rosa	1/08	0,65	0,92	0,40	0,42	0,82	0,76	0,99	0,57	0,63	0,97
	1/09	0,99	0,72	0,23	0,37	0,76	1,00	0,88	0,46	0,56	0,96
	1/10	0,91	0,33	0,29	0,61	0,68	0,96	0,52	0,55	0,78	0,92
	1/11	0,54	0,29	0,46	0,76	0,61	0,71	0,55	0,67	0,92	0,93
	1/12	0,58	0,58	0,55	0,68	0,74	0,79	0,76	0,82	0,82	0,94
São Borja	1/08	0,45	0,74	0,40	0,40	0,61	0,60	0,93	0,60	0,67	0,91
	1/09	0,89	0,58	0,22	0,31	0,66	0,96	0,75	0,44	0,46	0,96
	1/10	0,80	0,31	0,22	0,51	0,56	0,90	0,52	0,44	0,73	0,90
	1/11	0,55	0,24	0,31	0,75	0,47	0,73	0,46	0,57	0,93	0,89
	1/12	0,50	0,56	0,49	0,68	0,70	0,71	0,77	0,79	0,81	0,93
Taquara	1/08	0,92	0,89	0,41	0,40	0,89	0,97	0,98	0,68	0,69	1,00
	1/09	0,93	0,69	0,23	0,39	0,75	0,97	0,89	0,54	0,61	0,97
	1/10	0,91	0,29	0,21	0,57	0,63	0,97	0,60	0,41	0,78	0,95
	1/11	0,65	0,27	0,38	0,56	0,47	0,86	0,47	0,63	0,78	0,91
	1/12	0,51	0,41	0,38	0,60	0,57	0,69	0,58	0,62	0,85	0,92

Subperíodos: S1 = emergência – 30 dias após a emergência; S2 = 30 dias após a emergência – início do pendoamento; S3 = início do pendoamento – 30 dias após o início do pendoamento; S4 = 30 dias após o início do pendoamento – maturação fisiológica; S5 = Emergência – maturação fisiológica

Sendo assim, a partir das estimativas dos parâmetros $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ da distribuição gamma obteve-se a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 70% da evapotranspiração máxima (ETm) da cultura do milho, em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura do milho (Tabela 2).

As localidades que apresentaram as menores probabilidades da precipitação pluvial ser igual ou maior que a evapotranspiração máxima, são Júlio de Castilhos, São Gabriel e Rio Grande. A probabilidade mais baixa foi verificada em Júlio de Castilhos, na semeadura de setembro durante o subperíodo do início do pendoamento a 30 dias após (S3). De uma maneira geral, as probabilidades mais baixas ocorreram durante os subperíodos S2 (de 30 dias após a emergência ao início do pendoamento) e S3, principalmente nas épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro. Este resultado pode ser explicado pelo fato das semeaduras de setembro e outubro, principalmente, coincidirem com períodos de maior demanda evaporativa da atmosfera quando a cultura se encontra no seu estágio de desenvolvimento mais crítico em relação à disponibilidade hídrica. As mais altas probabilidade ocorreram nas localidades de Veranópolis e Passo Fundo, indicando regiões de menor risco para a cultura do milho.

Os subperíodos que apresentaram as maiores probabilidades foram no início e no final do ciclo, respectivamente, S1 e S4. No início do ciclo, durante o subperíodo da emergência a 30 dias após, o consumo de água da cultura é menor, devido a menor área foliar, sendo a maior parte da evapotranspiração devido à evaporação da água do solo. No final do ciclo, durante o subperíodo de 30 dias após o início do pendoamento até a maturação fisiológica, o consumo de água da cultura decresce, devido à redução da área foliar pela senescência das folhas.

CONCLUSÕES

A probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima do milho, é inferior a 0,60, em 68% dos casos; as menores probabilidades ocorrem durante os subperíodos compreendidos entre 30 dias após a emergência a 30 dias após o início da floração;

Durante a floração, em 95% dos casos a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima é menor que 50%.

Júlio de Castilhos, São Gabriel e Rio Grande são as localidades que apresentam as menores probabilidades, com alto risco à produção de milho;

As épocas de semeadura que apresentam as menores probabilidades durante o ciclo completo da cultura, são outubro e novembro; durante o período crítico (S3), as épocas de maior risco são setembro e outubro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, A. M. H. de; BERLATO, M. A.; SILVA, J. B. da; 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*, 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.
- 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, FEAGRO/RS. ago 2001. 195 p. (Boletim Técnico, n. 6).
- CAMPOS, H. de *Estatística experimental não-paramétrica*. 4. ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, 1983. 349 p.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. 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).