

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

RONALDO MATZENAUER¹, ALBERTO CARGNELUTTI FILHO², JAIME RICARDO TAVARES MALUF³ e CRISTIANO SCHACKER DOS ANJOS⁴

RESUMO – Determinou-se a probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ET_m) da cultura do feijoeiro, em diferentes subperíodos e épocas de semeadura, para três localidades do Planalto Médio do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Com dados diários de precipitação pluvial, 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 a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior a ET_m da cultura do feijoeiro, no ciclo completo, é menor em Júlio de Castilhos, intermediária em Cruz Alta e maior em Passo Fundo. Portanto dentre os locais estudados, Passo Fundo é aquele onde o risco à produção é menor. As menores probabilidades ocorreram durante os subperíodos mais críticos da cultura, compreendidos entre o início da floração e a maturação fisiológica, quando as probabilidades são quase sempre menores que 50%, considerando o atendimento da ET_m total. Das três épocas de semeadura consideradas, as menores probabilidades durante o ciclo completo da cultura ocorreram em outubro e novembro, sendo que no período crítico, a probabilidade de a precipitação atender à demanda hídrica da cultura é maior na época de setembro.

Palavras-chave: disponibilidade hídrica, *Phaseolus vulgaris*

PROBABILITY TO OCCUR EQUAL OR SUPERIOR PLUVIAL PRECIPITATION TO THE MAXIMUM EVAPOTRANSPIRATION FOR COMMON BEAN IN PLANALTO MEDIO OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

ABSTRACT - It was determined probability to occur equal or superior pluvial precipitation 100% and 60% of the maximum evapotranspiration (ET_m) of the common bean, in different sub period and sowing dates, for three localities in Rio Grande do Sul State, Brazil. With the daily pluvial precipitation data, determined the accumulation of pluvial precipitation (TPP) in each sub period, sowing date and locality. The adjustment of the data of TPP was evaluated in each sub period, 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 the probability the pluvial precipitation be equal or superior of the ET_m for common bean in complete cycle were minor in Julio de Castilhos, intermediary in Cruz Alta and superior in Passo Fundo. However, between studies localities, Passo Fundo is the local of minor production risk. The lesser probabilities had occurred during the sub periods most critical of the culture, understood between the beginning of the flowering and the physiological maturation, when the probabilities are lesser than 50%, considering the total ET_m. The three sowing dates considered, the lesser probabilities during the complete cycle of the culture occurred in October and November, being that in the critical period, the sowing of September presented the higher probability.

Key words: water availability, *Phaseolus vulgaris*

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. ronaldo-matzenaue@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 Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. maluf@cnpt.embrapa.br.

⁴ Estudante de Agronomia, Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT.

Recebido para publicação em 23-12- 2003

INTRODUÇÃO

O rendimento de grãos da cultura do feijoeiro é variável entre locais e anos, no Estado do Rio Grande do Sul (RS). Durante o período de 1990/91 a 1998/99, o rendimento médio de grãos oscilou entre 530 kg/ha (safra 1990/91) e 911kg/ha (safra 1993/94) (COMISSÃO, 2000). A baixa disponibilidade hídrica no solo é apontada como a principal responsável pelas oscilações no rendimento e frustrações nas safras das principais culturas agrícolas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998; MATZENAUER et al., 2002). Além disso, 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 (BERLATO, 1992).

Dados da EMATER/RS revelam que, nas safras de feijão compreendidas entre o período 1995/96 a 2000/01, ocorreram reduções por deficiências hídricas em três delas (1995/96, 1998/99 e 1999/00), com perdas respectivamente de 111 mil, 41 mil e 49 mil toneladas de grãos.

O zoneamento de riscos climáticos para o feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul evidencia a existência de variações na disponibilidade hídrica, conforme os períodos de semeadura, ciclo do cultivar e tipo de solo, mostrando maior disponibilidade hídrica nas regiões do Planalto, Serra do Nordeste e Alto e Médio Vales do Rio Uruguai. Os municípios de Cruz Alta e Júlio de Castilhos localizam-se na região preferencial 1 – sem restrições térmicas e hídricas – enquanto que Passo Fundo está localizado na região tolerada 6, pelo fato de haver restrição por excesso hídrico na maturação e colheita (MALUF et al., 2001).

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. Em relação à cultura da soja, MATZENAUER et al. (2003) verificaram que, em 85% dos casos analisados, envolvendo 10 localidades e três épocas de semeadura, a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm da cultura foi inferior a 60%, indicando elevada frequência de deficiências hídricas durante o ciclo

completo da soja. Durante o subperíodo crítico da cultura da soja, a maior probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm foi de 28%.

A sensibilidade do feijoeiro ao déficit hídrico, em termos de rendimento de grãos, aumenta à medida que a planta avança em seu crescimento e desenvolvimento, apresentando menor sensibilidade durante os períodos de estabelecimento e vegetativo, e maior sensibilidade durante a floração e o crescimento dos legumes e grãos. BERGAMASCHI et al. (1989) determinaram a ETm da cultura do feijoeiro em diversos subperíodos, para três épocas de semeadura, revelando aumento gradativo da ETm média diária com o desenvolvimento das plantas. Os valores máximos foram registrados durante os subperíodos do início da floração ao início do enchimento de grãos – média de 5,5mm por dia – e do início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica, com uma média diária de 4,8mm. A ETm total no ciclo, média das três épocas de semeadura, foi de 361mm. Muitas vezes, esta demanda hídrica não é atendida, pois mesmo que ocorram precipitações acumuladas durante o período de desenvolvimento do feijoeiro, que totalizem a quantidade de água necessitada pela cultura, a distribuição irregular das chuvas, na maioria das vezes, não garante o suprimento de água às plantas.

O conhecimento da probabilidade da precipitação pluvial satisfazer a necessidade hídrica da cultura do feijão 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.

O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura do feijoeiro e a 60% da evapotranspiração máxima, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e épocas de semeadura, para três localidades situadas na região climática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

As estimativas da evapotranspiração máxima média (ETm) dos diferentes subperíodos da cultura do feijoeiro, utilizando a evapotranspiração de Penman e os coeficientes de cultura, nas épocas de semeadura de 10/setembro, 10/outubro e 10/novem-

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

bro, nos municípios de Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo, localizados na região climática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, foram obtidas em MATZENAUER et al. (2002) (Tabela 1).

Através de registros diários de precipitação pluvial, obtidos no Banco de Dados Meteorológi-

cos do Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPA-GRO/SCT-RS, determinou-se o total de precipitação pluvial em cada subperíodo de cada época de semeadura e município, considerando os períodos mostrados na Tabela 2.

Tabela 1. Valores médios de evapotranspiração máxima (ETm) do feijoeiro, em mm, para três épocas de semeadura e diferentes subperíodos, para Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo.

Época de Semeadura	Subperíodo ⁽¹⁾				
	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta					
10/09	23	85	105	133	347
10/10	32	90	94	127	343
10/11	38	101	87	111	337
Júlio de Castilhos					
10/09	26	98	112	148	384
10/10	37	96	105	144	382
10/11	41	113	99	131	384
Passo Fundo					
10/09	25	91	108	136	360
10/10	34	93	96	134	356
10/11	39	103	93	119	354

⁽¹⁾S1 = semeadura - 10 dias após a emergência; S2 = 10 dias após a emergência - início da floração; S3 = início da floração - início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 = semeadura - maturação fisiológica. Fonte: MATZENAUER et al. (2002).

Avaliou-se o ajuste dos dados de precipitação pluvial total 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 2. Períodos considerados para as estimativas de Evapotranspiração máxima (ETm) da cultura do feijoeiro e total de precipitação pluvial (TPP), em cada subperíodo e época de semeadura e coordenadas geográficas para Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo, RS.

Localidade	Períodos		Coordenadas Geográficas		
	ETm	TPP	Altitude	Latitude	Longitude
Cruz Alta	1975/76 - 2001/ 02	1975/76 - 2001/ 02	473	28°38'21"	53°36'42"
Júlio de Castilhos	1975/76 -1995/96	1975/76 - 1995/96	514	29°13'26"	53°40'45"
Passo Fundo	1975/76 - 2001/ 02	1975/76 - 2001/ 02	709	28°15'41"	52°24'45"

Determinou-se a probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial igual ou superior a 100% e 60% da ETm da cultura do feijoeiro, em cada subperíodo, época de semeadura e município. O

valor de 60% da evapotranspiração máxima utilizado, foi baseado no índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) igual ou superior a 0,60, considerado como de baixo risco para o cultivo de

feijão (MALUF et al., 2001), isto é, as regiões com consumo relativo de água igual ou maior que 0,60 são recomendadas para cultivo, apresentando baixo risco para a produção de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors, foram aplicados em 45 casos (3 municípios, 3 épocas de semeadura e 5 subperíodos). Nos 45 casos, houve ajuste dos dados do total de preci-

pição pluvial à distribuição gamma com $p > 0,20$, ou seja, com boa aderência. Já o teste de Lilliefors, revelou ajuste dos dados à distribuição normal em 38% dos casos, considerando $p > 0,20$. Assim, a partir das estimativas dos parâmetros $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ da distribuição gamma (Tabela 3) obteve-se a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior a 100% e 60% da evapotranspiração máxima (ETm) do feijoeiro, em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura (Tabela 4).

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ da distribuição Gamma em cada município, época de semeadura e subperíodo da cultura do feijoeiro.

Município	Época de semeadura	$\hat{\alpha}$					$\hat{\beta}$				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta	10/09	3,99	3,26	1,99	2,50	7,39	32,78	58,16	58,04	45,93	74,55
	10/10	3,33	1,78	1,50	1,56	5,67	31,30	79,79	42,86	89,37	79,43
	10/11	2,06	2,34	1,29	3,11	7,03	38,42	48,31	69,01	50,92	62,52
Júlio de Castilhos	10/09	2,59	3,94	2,55	3,41	8,55	49,76	45,62	41,35	32,83	61,54
	10/10	2,55	2,50	1,96	2,52	6,13	45,25	52,81	36,42	46,53	71,08
	10/11	1,95	3,41	1,13	4,20	8,91	40,40	32,83	67,86	36,58	47,21
Passo Fundo	10/09	3,31	3,55	3,56	4,80	10,86	41,36	63,78	34,06	31,84	58,69
	10/10	2,77	3,21	2,63	2,88	8,77	42,80	47,03	37,40	54,22	59,68
	10/11	2,34	4,37	1,93	4,84	11,96	37,44	33,41	52,72	33,19	41,44

Subperíodos: S1 = semeadura - 10 dias após a emergência; S2 = 10 dias após a emergência - início da floração; S3 = início da floração - início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 = semeadura - maturação fisiológica.

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

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

Município	Época de Semeadura	ETm					60% ETm				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Cruz Alta	10/09	0,99	0,86	0,46	0,33	0,85	1,00	0,96	0,70	0,63	0,98
	10/10	0,95	0,62	0,22	0,44	0,68	0,99	0,80	0,45	0,66	0,93
	10/11	0,76	0,48	0,39	0,65	0,71	0,89	0,74	0,60	0,87	0,95
Júlio de Castilhos	10/09	0,97	0,82	0,38	0,24	0,78	0,99	0,95	0,67	0,59	0,98
	10/10	0,90	0,60	0,21	0,29	0,57	0,97	0,82	0,47	0,60	0,90
	10/11	0,72	0,42	0,28	0,56	0,56	0,87	0,75	0,48	0,86	0,94
Passo Fundo	10/09	0,99	0,90	0,51	0,54	0,95	1,00	0,98	0,81	0,86	1,00
	10/10	0,93	0,73	0,43	0,52	0,83	0,98	0,91	0,72	0,79	0,99
	10/11	0,81	0,70	0,45	0,68	0,84	0,92	0,92	0,69	0,92	0,99

Subperíodos: S1 = semeadura - 10 dias após a emergência; S2 = 10 dias após a emergência - início da floração; S3 = início da floração - início do enchimento de grãos; S4 = início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 = semeadura - maturação fisiológica.

No ciclo completo do feijoeiro (semeadura até maturação fisiológica), a probabilidade de a precipitação pluvial ser igual ou superior à ETm da cultura variou de 56% na semeadura de novembro em Júlio de Castilhos a 95% na semeadura de setembro em Passo Fundo. Em relação ao nível de 60% da ETm, as probabilidades variaram de 90 a 100% (Tabela 4). No entanto, as oscilações das probabilidades, nos subperíodos S1, S2, S3 e S4, revelam que essas altas probabilidades podem não significar satisfação plena das necessidades hídricas durante todo o ciclo da cultura.

No subperíodo S3, que vai do início da floração até o início do enchimento de grãos, ocorreram as menores probabilidades da precipitação pluvial ser igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura, com valores que variaram de 21% na semeadura de outubro em Júlio de Castilhos, a 51% na semeadura de setembro em Passo Fundo. Portanto, ao nível de 100% da evapotranspiração máxima (ETm), todos os casos apresentaram probabilidade de a precipitação ser igual ou superior à ETm igual ou menor que 51%, durante o período crítico, indicando que, pelo menos em cerca de metade das situações, deverá ocorrer alguma limitação hídrica durante o período crítico da cultura, diminuindo o rendimento de grãos.

Ao nível de 60% de atendimento da ETm, a probabilidade variou de 45% a 81%, nas épocas de semeadura e locais. Em 66% dos casos, a probabilidade da precipitação pluvial ser igual ou superior à 60% da ETm durante o período crítico, foi maior que 60%, mostrando melhores condições de haver suprimento adequado às necessidades hídricas da cultura. Este subperíodo é caracterizado como crítico em relação à disponibilidade hídrica, sendo também o que apresenta o maior consumo médio diário de água, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura (BERGAMASCHI et al., 1989; MATZENAUER et al., 1998). No entanto, o índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) maior que 60% é considerado favorável (MALUF et al., 2001). Sendo assim, os resultados indicam boas condições para o cultivo do feijoeiro, nas semeaduras de setembro para Cruz Alta e Júlio de Castilhos, e nas três épocas de semeaduras para Passo Fundo (Tabela 4).

Passo Fundo foi a localidade que apresentou as melhores condições hídricas para o cultivo do feijoeiro, revelando maiores probabilidades da precipitação pluvial atender a demanda hídrica da cultura. Porém, Passo Fundo está localizado na região tolerada 6, por apresentar excesso hídrico na maturação e colheita (MALUF et al., 2001). A

época de semeadura de setembro durante o período crítico (S3), apresentou probabilidade de 81% sendo, portanto, a época de menor risco à produção de grãos neste local. Júlio de Castilhos apresentou baixas probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura, sendo as semeaduras de outubro e novembro as de maior risco à produção de grãos, com probabilidades de 47% e 48%, respectivamente. Em Cruz Alta, no período crítico, a maior restrição ocorreu na semeadura de outubro, com uma probabilidade de 45%. Diante dessas três situações (semeaduras de outubro e novembro em Júlio de Castilhos e semeadura de outubro em Cruz Alta), pode-se inferir que as mesmas são as mais críticas por apresentar um maior risco à produção de grãos, concordando com o zoneamento de riscos climáticos para o feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul (MALUF et al., 2001).

O subperíodo S4 – do início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica – apresentou algumas probabilidades baixas, principalmente nas épocas de semeadura de setembro e outubro nos três locais. Na semeadura de setembro, em Cruz Alta e Júlio de Castilhos, as probabilidades durante este subperíodo foram menores do que para o subperíodo S3, evidenciando maior risco à produção para esses locais nestas épocas. Isto acontece devido ao fato da cultura ainda apresentar elevado consumo de água, principalmente durante o enchimento de grãos, sendo que o mesmo coincide com os períodos de alta demanda evaporativa da atmosfera, quando semeado nas referidas épocas.

O subperíodo S1, que vai da semeadura até 10 dias após a emergência, apresentou as maiores probabilidades da precipitação pluvial ser igual ou superior à ET_m, juntamente com o ciclo completo

(semeadura à maturação fisiológica). No início do ciclo de desenvolvimento, o consumo de água da cultura é baixo, devido à menor área foliar, sendo que grande parte da evapotranspiração ocorre devido à evaporação da água do solo (MATZENAUER et al., 1998), podendo isto, explicar as altas probabilidades em S1, enquanto que as oscilações das probabilidades nos subperíodos S2, S3 e S4 e os maiores valores no ciclo completo (S5) podem ser devidas à distribuição irregular das precipitações pluviais.

CONCLUSÕES

Passo Fundo apresenta maior probabilidade da precipitação ser igual ou superior à evapotranspiração máxima do feijoeiro do que Cruz Alta e Júlio de Castilhos, evidenciando menor risco à produção de grãos;

Júlio de Castilhos apresenta menor probabilidade da precipitação ser igual ou superior à evapotranspiração máxima do feijoeiro do que Cruz Alta e Passo Fundo, demonstrando maior risco à produção de grãos;

Em relação à deficiência hídrica, para o cultivo do feijoeiro, nas três localidades, setembro apresenta maior probabilidade da precipitação ser igual ou superior à evapotranspiração máxima durante o período crítico da cultura do que outubro e novembro;

A deficiência hídrica pode ser um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, nas épocas de semeadura de outubro e novembro, com maior risco nas localidades de Cruz Alta e Júlio de Castilhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, A. M. H.; BERLATO, M. A.; SILVA, J. B.; FONTANA, D. C. 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.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H. J.; LIBARDI, P. L.; OMETTO, J. C.; ANGELOCCI, L. R. Deficiência hídrica em feijoeiro. III. Evapotranspiração máxima e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman e com a evaporação do "Tanque Classe A". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 387-392, 1989.

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, 1987. 93 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

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.

PROBABILIDADE DE OCORRER PRECIPITAÇÃO PLUVIAL IGUAL OU SUPERIOR À EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA DO FEIJOEIRO, NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

COMISSÃO Estadual de Pesquisa de Feijão: recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 2000. 80 p.

CUNHA, G. R.; HAAS, J. C.; DALMAGO, G. A.; PASINATO, A. 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.

MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; CAIAFFO, M. R. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 1-10, 2001. Especial: Zoneamento Agrícola.

MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; BUENAO, A. C. Evapotranspiração da cultura do feijão e sua relação com a evaporação do tanque classe "A". **Pesquisa Agropecuária**

Gaúcha, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 101-106, 1998.

MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; SAMPAIO, M. R.; ANJOS, C. S. Análise agroclimática da disponibilidade hídrica para a cultura do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 8, n. 1-2, p. 39-51, 2002.

MATZENAUER R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; ANJOS, C. S. dos Probabilidade de ocorrer precipitação pluvial igual ou superior à evapotranspiração máxima da cultura da soja, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 313-320, 2003.

MOTA, F. S.; AGENDES, M. O. O.; ALVES, E. G. P.; SIGNORINI, E. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 133-138, 1996.