

# ANÁLISE AGROCLIMÁTICA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

RONALDO MATZENAUER <sup>1</sup>, JAIME RICARDO TAVARES MALUF <sup>2</sup>, MÁRCIA DOS REIS SAMPAIO <sup>3</sup>,  
CRISTIANO SCHACKER DOS ANJOS <sup>4</sup>

**RESUMO** – Determinou-se a disponibilidade hídrica no solo para a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, em três épocas de semeadura, durante o período 1975 – 2002, para duas capacidades de armazenamento de água no solo (CAD). As necessidades hídricas da cultura foram estimadas em diferentes subperíodos, utilizando-se coeficientes de cultura obtidos a partir da relação entre a evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>) e a evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman (ET<sub>o</sub>). Os valores médios de evapotranspiração máxima no ciclo completo da cultura variaram de 337 mm na época de semeadura de novembro em Cruz Alta a 384 mm nas semeaduras de setembro e novembro em Júlio de Castilhos. Os maiores valores médios de evapotranspiração máxima foram verificados em Júlio de Castilhos, seguindo-se Passo Fundo e Cruz Alta. Verificou-se ocorrência freqüente de deficiência hídrica para a cultura do feijoeiro, nos três locais avaliados, com valores totais médios no ciclo variando de 38 mm a 97 mm. Os maiores valores médios de deficiência hídrica foram verificados em Júlio de Castilhos para a CAD de 50mm e os menores em Passo Fundo para a CAD de 70mm, com valores intermediários para Cruz Alta. Nas três localidades, as maiores deficiências estimadas correspondem às semeaduras de outubro, sendo os subperíodos de início da floração ao início do enchimento de grãos e deste até a maturação fisiológica os de maior deficiência hídrica. A época de semeadura que apresenta menor risco à produção de grãos é a de setembro.

**Palavras-chave:** feijoeiro; evapotranspiração; deficiência hídrica.

## AGROCLIMATIC ANALYSIS OF WATER AVAILABILITY FOR COMMON BEAN IN PLANALTO MEDIO OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

**ABSTRACT** – The objective of this work was evaluate the water soil availability for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops in the region of Planalto Médio – Rio Grande do Sul, Brazil, in different sowing times, during the period 1975 – 2002, considering different values of water availability in the soil. Crop water requirements were determined at different periods, using crop coefficients obtained from the relation between the maximum crop evapotranspiration (ET<sub>m</sub>) and the reference evapotranspiration estimated by penman's formula. The average values of total evapotranspiration in the entire crop cycle ranged from 337 mm, for crops sown in November in Cruz Alta to 384 mm for crops sown in September and November, in Julio de Castilhos. The highest averaged values of evapotranspiration were obtained at Julio de Castilhos, followed Passo Fundo and Cruz Alta. Frequent water deficits were detected in the three localities, with mean total values in the entire cycle ranging from 38mm to 97mm. The highest mean values of water deficiency were verified in Julio de Castilhos for the water availability in the soil of 50mm, and the lowest values occurred in Passo Fundo for a soil water availability of 70mm, with intermediary values in Cruz Alta. For the three places the highest estimated water deficits correspond to the sowing date of October, from the beginning of flowering to the beginning of grain filling stages as well as from the beginning of grain filling to the physiological maturity. The lower risk to grain production was obtained in sowing date of September.

**Key words:** common bean, evapotranspiration, water deficiency

<sup>1</sup>Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS. E-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br. Pesquisador do CNPq. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Eng. Agr., MSc., Pesquisador da Embrapa Trigo. Caixa Postal 569, 99001-970, Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup>Meteorologista, Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup>Estudante de Agronomia da UFRGS, estagiário do Laboratório de Agrometeorologia - FEPAGRO/SCT-RS

Recebido para publicação em 31-12-2002

## INTRODUÇÃO

O regime de chuvas no Estado do Rio Grande do Sul se caracteriza por apresentar grande variabilidade tanto espacial como temporal. Os valores normais de chuva variam de 60mm no mês de dezembro, em Jaguarão e Rio Grande, a 242mm no mês de setembro, em São Francisco de Paula (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989). Diversos trabalhos indicam que a baixa disponibilidade hídrica no solo, devido à baixa quantidade e/ou à má distribuição de chuvas, é o principal fator limitante ao rendimento de grãos das culturas de primavera-verão no Estado (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998; MATZENAUER et al., 1998a; MATZENAUER et al., 2002). Segundo ÁVILA et al. (1996), a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, é inferior a 60% em praticamente todo o Estado, o que determina a alta frequência de deficiências hídricas e conseqüentes quebras de safras das culturas produtoras de grãos.

Desta forma, a variabilidade climática se caracteriza como o principal fator responsável pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas no Rio Grande do Sul. Diversas análises da produção agrícola no Estado apontaram alta correlação entre as variações das safras das principais culturas com as condições meteorológicas e climáticas, sendo a variável hídrica a que, com maior frequência e intensidade, afeta a produção das lavouras. Considerando-se os últimos doze anos, em seis anos agrícolas (1990/91, 1995/96, 1996/97, 1998/99, 1999/2000 e 2001/2002) as safras gaúchas foram reduzidas por estiagens. Na estiagem de 1990/91 as estimativas oficiais do IBGE e EMATER/RS indicaram uma redução na produção de 5,5 milhões de toneladas de grãos (soja, milho e feijão), o que correspondeu a uma quebra de 56 % da safra esperada (BERLATO, 1992).

Segundo BERLATO (1992), em algumas regiões do Estado, como a Campanha e Baixo Vale do Uruguai, a frequência média de anos secos atinge 20%. Os baixos rendimentos médios da cultura da soja, no Rio Grande do Sul, estão relacionados a anos em que ocorreram deficiências hídricas durante os meses de desenvolvimento da cultura. Em anos considerados muito secos, os rendimentos médios estiveram abaixo de uma tonelada por hectare.

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 ET<sub>m</sub> (evapotranspiração sem limitação de água no solo) da cultura do feijoeiro em diversos subperíodos, para três épocas de semeadura. Observaram um aumento gradativo da ET<sub>m</sub> 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 ET<sub>m</sub> total no ciclo, média das três épocas de semeadura, foi de 361mm.

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar as condições de disponibilidade hídrica para a cultura do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, através da determinação da evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>), da evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e das deficiências hídricas (D), em diferentes subperíodos e no ciclo completo de desenvolvimento, que poderão ter utilidade para o aperfeiçoamento do zoneamento agroclimático, na indicação mais eficiente da época de semeadura e para a recomendação das necessidades de irrigação da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de séries decendiais de precipitação pluvial (mm), radiação solar global ( $\text{cal cm}^{-2}$ ), temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa média do ar (%) e velocidade média do vento ( $\text{m s}^{-1}$  ou  $\text{km dia}^{-1}$ ). As informações foram obtidas junto ao banco de dados do Laboratório de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, da Secretaria da Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, e do Laboratório de Agrometeorologia da EMBRAPA Trigo.

Os valores de radiação solar foram obtidos a partir da cotação dos gráficos do actinógrafo e integrados pelo método de Simpson. A umidade relativa média diária (%) foi obtida pela equação:

$$UR = (UR_9 + UR_{15} + UR_{21}) / 3$$

Sendo  $UR_9$ ,  $UR_{15}$  e  $UR_{21}$ , a umidade relativa do ar às 9, 15 e 21 horas, respectivamente.

Para o cálculo da temperatura média do ar foi utilizado o método das temperaturas máximas ( $T_{\text{máx}}$ ) e mínimas ( $T_{\text{mín}}$ ), onde a temperatura média diária ( $T_{\text{média}}$ ) é dada por:

$$T_{\text{média}} = (T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}}) / 2$$

A velocidade do vento foi calculada a partir das leituras realizadas às 9, 15 e 21 horas em cata-vento tipo Wild ou registrada em anemômetro totalizador. Os dados de precipitação pluvial foram obtidos através da cotação de gráficos de pluviógrafos.

Foram calculados balanços hídricos decendiais pelo método de THORNTHWAITE e MATHER (1955), utilizando-se a evapotranspiração máxima do feijoeiro, para o período de 1975 a 2002, para as localidades de Júlio de Castilhos ( $29^{\circ}13'$  de latitude sul,  $53^{\circ}40'$  de longitude oeste e 514m de altitude), Passo Fundo ( $28^{\circ}15'$  de latitude sul,  $52^{\circ}24'$  de longitude oeste e 709m de altitude) e Cruz Alta ( $28^{\circ}38'$  de latitude sul,  $53^{\circ}36'$  de longitude oeste e 473m de altitude), localizadas

na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Para o cálculo do balanço hídrico, utilizou-se dois níveis de capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD): 50 e 70mm. Salienta-se que, para a localidade de Júlio de Castilhos, os cálculos foram feitos até 1996, devido à falta de dados meteorológicos completos, após esta data.

A evapotranspiração máxima da cultura ( $ET_m$ ), foi calculada utilizando-se coeficientes de cultura ( $K_c$ ) ajustados por decêndios (Tabela 1), de acordo com os valores obtidos nos diversos subperíodos por MATZENAUER et al. (1999), segundo a relação:

$$ET_m = K_c \cdot ET_o$$

Sendo  $ET_o$  a evapotranspiração de referência estimada pelo método de PENMAN (1956).

Para o cálculo da evapotranspiração de referência, pelo método de Penman, o saldo de radiação ( $R_n$ ) foi estimado pelo modelo ajustado para a cultura do feijoeiro (BERGAMASCHI et al., 1988) onde  $R_n$  é função da radiação solar global. Outros pesquisadores têm utilizado o saldo de radiação estimado sobre a cultura estudada, obtendo melhores resultados do que com  $R_n$  estimado sobre superfície gramada (CUNHA, 1991; SANTOS, 1993).

As determinações de evapotranspiração máxima ( $ET_m$ ), evapotranspiração real ( $ET_r$ ) e deficiência hídrica ( $D$ ) foram feitas para as épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro, centralizadas no dia 10 de cada mês, utilizando-se a fenologia média de cultivares de feijoeiro de ciclo médio (Tabela 1), nos seguintes subperíodos de desenvolvimento da cultura:

1. Da semeadura até 10 dias após a emergência (S-10E)- estabelecimento da cultura;
2. De 10 dias após a emergência até o início da floração (10E-IF);
3. Do início da floração até o início do enchimento de grãos (IF-IEG);
4. Do início do enchimento de grãos até a maturação fisiológica (IEG-MF)
5. Ciclo completo (S-MF).

**Tabela 1. Fenologia média e coeficientes de cultura para três épocas de semeadura do feijoeiro.**

Mês	Setembro		Outubro			Novembro			Dezembro			Janeiro			Fev	
Decêndio	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Época 1	S - 10E		10E - IF			IF - IEG			IEG - MF							
	0,36	0,40	0,46	0,56	0,66	0,76	0,88	0,88	0,86	0,82	0,76					
Época 2			S - 10E		10E - IF			IF - IEG		IEG - MF						
			0,36	0,40	0,50	0,60	0,74	0,88	0,88	0,86	0,82	0,76				
Época 3						S - 10E		10E - IF			IF - IEG		IEG - MF			
						0,36	0,40	0,50	0,60	0,74	0,88	0,88	0,86	0,82	0,76	

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os valores totais em milímetros de evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>), evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e deficiência hídrica (D) para as localidades de Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Passo Fundo, respectivamente, em quatro subperíodos da cultura do feijoeiro e no ciclo completo, para as semeaduras de setembro, outubro e novembro, considerando-se as capacidades de armazenamento de água no solo de 50 e 70mm.

Os maiores valores de evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) total no ciclo foram verificados durante os anos agrícolas de 1978/79, 1985/86 e 1990/91. Foram anos em que ocorreram estiagens no Rio Grande do Sul, e, segundo FARIAS et al. (1993), perdas nas safras de soja que variaram de 38 % a 58 %. A evapotranspiração diária de cada espécie depende do estágio de desenvolvimento das plantas e da demanda hídrica da atmosfera, e seu valor absoluto varia, portanto, em função das condições climáticas de cada região e em função do ano e da época de semeadura na mesma região. Como em anos de estiagem ocorre um maior número de dias claros, com aumento da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa, é normal que as condições meteorológicas favoreçam um aumento da capacidade da atmosfera em absorver o vapor

d'água da superfície, portanto, maior consumo de água pelas culturas. Para a localidade de Júlio de Castilhos, por exemplo, os valores de evapotranspiração máxima da cultura se aproximaram de 500mm no ciclo completo, durante o ano agrícola 1985/86, ano que se caracterizou pela ocorrência de forte estiagem, com perdas significativas nas lavouras do Estado.

Os valores médios de ET<sub>m</sub> total no ciclo da cultura variaram de 337 mm, na época de semeadura de novembro em Cruz Alta, a 384 mm nas semeaduras de setembro e novembro, em Júlio de Castilhos. Estes valores estão de acordo com a citação de DOORENBOS e KASSAM (1979), os quais relatam que o feijoeiro requer entre 300mm e 500mm de água para atingir seu rendimento máximo, dependendo do clima. Os maiores valores médios de ET<sub>m</sub> foram verificados em Júlio de Castilhos, sendo os menores em Cruz Alta. Passo Fundo apresentou valores intermediários. Em Passo Fundo e Cruz Alta foi observada uma pequena redução na ET<sub>m</sub> total, com o atraso da semeadura, o que não se verificou em Júlio de Castilhos, que apresentou valores praticamente iguais nas três épocas.

Os subperíodos do início da floração ao início de enchimento de grãos (IF-IEG) e do início de enchimento de grãos à maturação fisiológica (IEG-MF)

apresentaram os maiores valores de ET<sub>m</sub>. Durante o período de estabelecimento da cultura a ET<sub>m</sub> foi baixa, variando de 23 mm a 41 mm, para os diferentes locais e épocas de semeadura. Com o aumento da área foliar durante o subperíodo vegetativo (10E-IF), os valores médios de ET<sub>m</sub> variaram de 85 a 113 mm.

Na média do período estudado os totais de evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>), durante o ciclo completo da cultura, variaram de 257 mm, na semeadura de outubro em Cruz Alta, a 314 mm, na época de setembro em Passo Fundo, para a CAD de 50mm. Para a CAD de 70 mm a variação foi de 270 a 322 mm. Os maiores valores de ET<sub>r</sub> foram verificados em Passo Fundo, sendo intermediários em Júlio de Castilhos e menores em Cruz Alta. A evapotranspiração real de uma cultura depende das condições de disponibilidade hídrica no solo, do estágio de desenvolvimento da cultura e das condições meteorológicas que determinam a capacidade da atmosfera em absorver o vapor d'água da superfície evaporante (demanda hídrica da atmosfera). Em anos de maior disponibilidade hídrica, como ocorrido, por exemplo, durante o ano agrícola 1979/80 em Cruz Alta, os valores de ET<sub>r</sub> se aproximaram mais dos valores de ET<sub>m</sub> da cultura, acarretando baixos valores de deficiência hídrica. BUNCE (1989) comenta a ocorrência de déficit hídrico na planta como um fenômeno quase diário, sendo observado mesmo em condições de alta disponibilidade hídrica no solo. Ou seja, em condições de alta demanda evaporativa da atmosfera, pode ocorrer déficit hídrico na planta, mesmo que a umidade do solo esteja próximo à capacidade de campo, pelo fato da taxa de absorção de água não acompanhar a taxa de transpiração. Durante o dia a planta perde mais água do que consegue absorver, aumentando o déficit até aproximadamente o meio da tarde. Após, com a diminuição da demanda evaporativa, a planta começa a absorver maior quantidade de água do que a perdida por transpiração, iniciando a recuperação do déficit, ocorrendo um equilíbrio dos potenciais da água du-

rante a noite. Se não houver reposição de água no solo, chegará o momento em que o processo se tornará irreversível. A duração deste período depende da demanda evaporativa da atmosfera, da capacidade de armazenamento de água no solo, das características da cultura e do estágio de desenvolvimento da planta.

Pela análise dos resultados apresentados, verifica-se que é comum a ocorrência de deficiência hídrica para a cultura do feijoeiro, nos locais e épocas de semeadura estudadas (Tabelas 2, 3 e 4). A deficiência total média no ciclo, para a CAD de 50 mm, variou de 46 mm, na semeadura de setembro em Passo Fundo, a 97 mm na época de outubro em Júlio de Castilhos. Para a CAD de 70 mm, houve uma redução na deficiência, com valores de 38 mm e 86 mm, respectivamente. Dos locais avaliados, o que apresentou os maiores valores médios de deficiência hídrica total, no ciclo completo do feijoeiro, foi Júlio de Castilhos. As menores deficiências hídricas foram verificadas em Passo Fundo, com valores intermediários em Cruz Alta. CUNHA et al. (1998) determinaram a perda potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica em algumas localidades do Rio Grande do Sul, entre elas Passo Fundo e Cruz Alta. Observaram que a perda potencial de rendimento foi maior para Cruz Alta em relação a Passo Fundo, indicando maior deficiência hídrica em Cruz Alta, estando de acordo com resultados obtidos neste trabalho, com a ressalva que são culturas diferentes.

A época de semeadura de outubro apresentou a maior deficiência hídrica no ciclo completo da cultura, em todos os locais, considerando os valores médios. As maiores deficiências hídricas ocorreram durante os subperíodos do início da floração ao início do enchimento de grãos e deste até a maturação fisiológica, caracterizados como os subperíodos de maior consumo de água pela cultura. BERGAMASCHI et al. (1989) e MATZENAUER et al. (1998b) encontraram maior consumo de água durante estes subperíodos, em trabalhos desenvolvidos respectivamente em Piracicaba, SP e Taquari, RS.

Tabela 2 A. Evapotranspiração máxima (ETm), Evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica(D), valores totais em mm, em diferentes subperíodos\* e no ciclo completo do feijoeiro, para três épocas de semeadura. Cruz Alta, RS, período 1975/76-2001/02. CAD = 50mm.

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-10E	10E-1F	1F-1E3	1E3-MP	S-MP	S-10E	10E-1F	1F-1E3	1E3-MP	S-MP	S-10E	10E-1F	1F-1E3	1E3-MP	S-MP
75/76	10/00	27	62	103	103	341	22	74	60	113	307	0	0	5	20	33
	10/10	20	66	66	120	323	26	66	62	67	201	2	4	4	23	32
	10/11	37	104	69	110	330	37	62	60	110	316	0	12	0	1	13
76/77	10/00	31	69	110	147	303	30	90	100	140	300	1	1	16	7	24
	10/10	37	60	100	126	302	37	91	64	121	343	0	5	6	6	19
	10/11	42	113	76	127	367	40	112	75	118	345	2	0	0	9	12
77/78	10/00	29	106	110	100	363	29	97	67	103	325	0	7	14	24	37
	10/10	38	95	95	145	373	38	85	76	95	256	1	6	21	30	114
	10/11	39	106	100	130	378	37	83	29	78	227	2	26	72	33	161
78/79	10/00	37	94	90	141	368	34	86	66	98	303	3	0	10	43	64
	10/10	36	63	101	161	362	36	80	60	42	238	0	9	21	120	144
	10/11	34	107	124	149	407	34	90	26	60	233	0	17	64	63	174
79/80	10/00	23	63	107	110	333	23	61	63	100	306	0	2	14	11	27
	10/10	33	63	74	147	345	33	65	74	87	261	0	6	0	61	60
	10/11	37	66	102	136	371	37	66	61	46	220	0	10	61	60	181
80/81	10/00	27	74	61	131	322	27	74	61	126	317	0	0	0	5	8
	10/10	27	77	95	121	321	27	77	69	120	312	0	0	7	1	8
	10/11	32	66	66	111	327	32	66	63	111	326	0	0	2	0	2
81/82	10/00	21	64	101	146	363	21	62	100	130	340	0	14	1	8	23
	10/10	37	66	106	146	376	34	66	100	66	291	3	0	2	60	66
	10/11	36	109	106	126	370	36	106	39	60	262	0	9	66	46	117
82/83	10/00	22	60	64	143	329	22	60	79	110	292	0	0	4	33	36
	10/10	33	71	66	146	340	33	60	72	102	277	0	2	26	44	72
	10/11	31	109	100	114	364	31	104	77	114	326	0	4	24	0	26
83/84	10/00	27	67	110	157	300	27	67	67	76	267	0	0	22	61	103
	10/10	37	63	106	134	370	37	77	61	99	264	0	14	65	35	100
	10/11	41	110	70	130	369	36	82	70	110	317	6	27	0	10	62
84/85	10/00	28	64	111	163	365	28	64	62	71	273	0	0	20	62	111
	10/10	41	63	103	170	406	41	79	46	67	222	0	14	67	114	166
	10/11	42	119	120	122	403	40	89	33	60	231	2	26	67	63	172
85/86	10/00	24	69	148	157	428	24	74	22	11	131	0	25	125	145	206
	10/10	34	127	120	132	413	33	41	7	46	126	1	68	113	67	266
	10/11	33	116	64	121	363	21	10	46	111	190	52	67	46	10	167
86/87	10/00	24	66	121	161	401	24	66	103	66	317	0	0	16	66	64
	10/10	39	69	111	130	366	39	62	66	67	304	0	7	26	62	64
	10/11	46	123	66	126	400	44	67	66	107	324	1	36	0	10	66
87/88	10/00	26	64	107	136	366	27	61	62	69	260	0	2	15	77	96
	10/10	30	61	100	132	363	30	60	40	64	219	0	11	30	66	136
	10/11	40	103	66	126	395	37	67	61	60	245	3	36	43	26	120
88/89	10/00	17	67	111	140	375	17	67	66	63	263	0	10	15	66	91
	10/10	34	66	104	137	372	33	66	46	104	272	1	11	66	32	100
	10/11	36	113	69	106	347	36	60	74	62	266	0	23	15	14	62
89/90	10/00	23	101	117	138	379	23	94	100	73	200	0	7	17	64	60
	10/10	36	101	106	117	362	36	100	66	106	295	2	1	62	12	67
	10/11	41	103	64	120	346	41	69	70	106	306	0	14	14	14	43
90/91	10/00	27	79	69	133	323	22	79	61	64	277	0	0	7	30	46
	10/10	36	76	69	162	340	32	72	60	26	210	0	4	9	126	139
	10/11	33	104	100	160	396	33	75	14	76	198	0	20	64	74	167
91/92	10/00	20	62	110	136	367	20	66	66	103	305	0	6	15	32	62
	10/10	36	64	101	107	365	33	61	76	107	309	2	3	20	16	43
	10/11	39	100	104	107	360	39	64	61	107	320	0	6	23	0	30
92/93	10/00	23	76	102	140	342	23	76	60	102	302	0	0	3	39	40
	10/10	26	66	96	120	330	26	66	63	66	295	0	0	13	21	34
	10/11	37	107	72	119	319	37	66	72	66	262	0	20	0	12	31
93/94	10/00	19	63	97	126	327	19	60	63	112	303	0	3	4	16	24
	10/10	30	66	63	142	340	29	63	63	69	264	1	2	0	74	76
	10/11	33	100	67	90	320	33	66	36	60	244	0	16	61	0	76
94/95	10/00	26	73	102	122	323	26	73	60	66	244	0	0	22	56	79
	10/10	26	66	91	101	305	26	74	36	69	236	0	12	66	1	66
	10/11	39	61	67	107	304	37	71	67	64	239	3	19	0	43	69
95/96	10/00	16	62	120	166	369	16	79	47	44	106	0	13	77	112	203
	10/10	36	106	116	110	360	37	69	16	61	202	1	37	102	26	176
	10/11	46	116	70	100	390	47	60	63	66	247	6	66	26	4	62
96/97	10/00	16	60	66	66	271	16	66	66	66	236	0	2	31	0	34
	10/10	21	63	64	109	277	21	69	64	60	244	0	14	0	10	53
	10/11	37	73	77	60	269	33	73	62	60	248	4	0	15	0	20
97/98	10/00	21	60	69	104	264	21	60	69	61	241	0	0	0	23	23
	10/10	20	70	66	66	264	20	73	60	62	223	0	0	20	6	20
	10/11	35	76	66	72	240	35	66	61	66	229	0	7	7	7	20
98/99	10/00	19	66	110	117	302	19	73	36	106	256	0	12	72	11	66
	10/10	33	63	62	103	311	30	61	71	90	261	3	42	11	4	60
	10/11	41	69	63	69	264	26	69	60	66	266	13	0	6	1	20
99/00	10/00	27	73	60	110	309	27	70	66	74	230	0	3	26	36	66
	10/10	26	60	78	101	266	26	66	60	73	227	0	14	19	27	61
	10/11	36	64	60	60	277	32	72	60	77	241	3	13	6	13	34
00/01	10/00	19	65	65	66	264	19	66	76	76	239	0	0	6	20	26
	10/10	23	73	74	76	244	23	71	62	76	220	0	2	22	0	24
	10/11	30	70	62	70	272	30	64	62	70	216	0	7	0	0	7
01/02	10/00	20	67	116	106	330	20	76	66	77	273	0	9	17	31	67
	10/10	32	66	73	116	316	30	66	66	66	261	2	1	16	46	67
	10/11	40	64	79	66	269	40	76	66	66	240	0	6	40	1	46
Valores médios																
Épocas	10/00	23	66	106	133	347	23	60	64	60	277	0	6	22	43	70
	10/10	32	60	64	127	343	32	76	66	63	267	1	11	29	46	66
	10/11	36	101	67	111	327	36	62	67	60	264	3	10	30	21	73

S- semeadura; 10E- 1ª folha trifoliolada desenvolvida; 1F- início da floração; 1E3- início de enchimento de grãos; MF- maturação fisiológica; ciclo completo S - MF.

ANÁLISE AGROCLIMÁTICA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Tabela 2 B. Cruz Alta. CAD = 70mm

Ano	01/00A	ETm					ETz					D				
		0-10E	10E-1P	1P-1E0	1E0-MP	S-MP	0-10E	10E-1P	1P-1E0	1E0-MP	S-MP	0-10E	10E-1P	1P-1E0	1E0-MP	S-MP
70/76	10/09	82	63	109	133	341	99	77	100	117	316	0	9	9	18	58
	10/10	29	66	66	120	323	26	66	83	101	260	1	8	9	18	58
	10/11	97	104	69	119	350	97	95	88	110	321	0	9	0	1	0
76/77	10/09	91	99	119	147	368	90	98	104	142	374	0	0	12	8	16
	10/10	27	99	100	126	382	97	95	95	122	346	0	9	8	4	14
	10/11	42	119	78	127	367	41	119	79	120	349	0	0	0	7	8
77/78	10/09	29	105	110	129	375	99	99	100	110	330	0	9	10	20	44
	10/10	99	95	95	148	370	99	80	79	65	272	1	9	19	40	101
	10/11	99	100	100	190	379	99	99	97	81	244	1	18	20	60	129
78/79	10/09	27	94	96	141	368	99	99	99	109	316	2	7	7	26	61
	10/10	94	93	101	161	382	99	91	89	89	290	0	9	16	109	129
	10/11	94	107	124	143	407	94	94	40	93	291	0	19	23	60	129
79/80	10/09	92	93	107	119	353	99	92	96	112	312	0	9	11	8	20
	10/10	93	93	74	147	348	99	99	74	87	294	0	4	0	60	64
	10/11	27	95	109	169	371	97	98	60	99	237	0	7	43	64	124
80/81	10/09	27	74	91	191	322	27	74	91	127	316	0	0	0	4	4
	10/10	27	77	88	121	321	27	77	91	120	310	0	0	0	1	4
	10/11	92	98	88	111	327	92	98	84	111	326	0	0	2	0	2
81/82	10/09	21	96	101	146	363	21	95	100	140	346	0	11	1	6	17
	10/10	27	88	106	146	376	99	96	106	79	309	2	0	1	67	71
	10/11	96	109	106	126	379	96	107	99	84	277	0	9	57	42	102
82/83	10/09	99	60	64	149	329	99	60	61	119	299	0	9	9	27	60
	10/10	93	71	90	149	348	99	70	79	107	299	0	1	20	29	60
	10/11	91	109	100	114	364	91	109	81	114	352	0	0	17	72	89
83/84	10/09	27	97	110	167	390	27	97	99	85	301	0	0	17	70	69
	10/10	97	99	109	184	370	97	99	99	109	376	0	12	47	60	91
	10/11	41	119	79	190	399	99	99	79	129	356	4	90	0	8	41
84/85	10/09	99	94	111	199	399	99	94	99	99	399	0	0	23	70	69
	10/10	41	93	109	170	409	41	93	94	99	340	0	10	49	109	104
	10/11	42	119	120	122	409	41	99	49	71	249	2	29	76	61	104
85/86	10/09	24	99	149	197	429	24	79	94	14	161	0	20	114	144	277
	10/10	94	127	120	192	413	94	94	19	47	147	1	72	109	99	299
	10/11	99	119	94	121	393	97	97	49	109	310	2	69	49	12	179
86/87	10/09	24	96	121	161	401	24	96	107	109	329	0	0	14	99	99
	10/10	99	99	111	199	399	99	94	92	94	319	0	9	20	49	70
	10/11	49	129	96	126	399	44	94	99	111	399	1	26	0	19	44
87/88	10/09	29	94	107	199	399	29	92	99	99	379	0	2	11	67	61
	10/10	90	91	100	192	399	90	99	99	99	399	0	9	91	69	122
	10/11	40	103	99	129	399	99	74	99	99	399	9	29	39	90	100
88/89	10/09	17	97	111	149	370	17	99	100	99	300	0	7	11	69	70
	10/10	94	96	104	197	372	99	99	97	107	297	0	9	47	29	64
	10/11	99	113	99	109	347	99	99	77	99	309	0	19	12	11	41
89/90	10/09	93	101	117	199	379	99	99	91	99	399	0	9	14	99	79
	10/10	94	101	106	117	362	97	109	64	109	399	1	1	42	9	99
	10/11	41	103	94	120	346	41	92	73	109	319	0	11	11	11	29
90/91	10/09	92	79	99	193	323	92	79	93	102	297	0	9	9	91	97
	10/10	92	79	99	192	349	92	79	92	41	229	0	7	112	121	
	10/11	93	104	109	199	399	99	91	94	79	219	0	29	99	79	179
91/92	10/09	99	92	110	199	397	99	99	99	109	319	0	4	11	27	42
	10/10	99	94	101	197	399	94	92	99	129	394	1	9	16	14	29
	10/11	99	100	104	197	399	99	99	99	107	327	0	9	19	0	29
92/93	10/09	93	79	102	140	342	93	79	100	111	311	0	0	2	29	91
	10/10	29	89	99	120	350	29	89	99	109	304	0	0	10	19	29
	10/11	97	107	79	97	313	97	92	72	99	299	0	19	0	9	29
93/94	10/09	19	93	97	199	327	19	91	94	119	310	0	9	9	19	19
	10/10	90	99	99	142	340	99	94	93	61	277	0	9	0	69	64
	10/11	99	100	97	99	320	99	99	49	99	299	0	11	99	0	64
94/95	10/09	99	73	102	122	323	99	73	99	74	297	0	0	17	49	99
	10/10	29	99	91	101	309	29	77	44	99	249	0	9	47	1	97
	10/11	99	91	97	107	304	97	79	67	69	290	2	19	0	29	99
95/96	10/09	19	92	129	169	369	19	92	99	49	209	0	10	97	107	194
	10/10	99	109	119	119	360	97	79	99	92	220	1	29	99	97	190
	10/11	49	119	79	109	339	99	49	99	67	261	9	47	23	9	79
96/97	10/09	19	90	99	99	271	19	99	73	99	249	0	1	20	0	27
	10/10	91	99	94	109	277	91	72	94	99	299	0	10	0	14	29
	10/11	97	79	77	90	269	94	79	99	99	299	3	0	12	0	19
97/98	10/09	21	90	99	104	244	21	90	99	99	249	0	0	0	19	19
	10/10	20	79	99	99	264	20	79	99	99	240	0	0	20	4	29
	10/11	99	79	69	72	249	99	79	99	67	234	0	9	9	9	19
98/99	10/09	19	99	110	117	352	19	79	49	107	290	0	9	99	10	69
	10/10	99	93	99	109	311	91	99	72	100	292	2	94	9	9	49
	10/11	41	99	99	99	264	91	99	92	99	270	10	0	4	1	19
99/00	10/09	27	79	94	110	309	27	71	79	79	290	0	2	21	21	64
	10/10	29	90	79	101	299	29	99	99	77	297	0	11	19	94	91
	10/11	99	94	99	90	277	99	79	91	60	249	2	9	4	19	29
00/01	10/09	19	99	99	99	264	19	99	91	60	244	0	0	4	19	20
	10/10	29	79	74	79	244	29	71	67	79	229	0	1	17	0	19
	10/11	90	70	99	70	229	90	69	92	70	217	0	0	0	0	9
01/02	10/09	20	97	119	109	330	20	99	101	91	292	0	7	14	97	49
	10/10	99	99	79	119	319	91	97	92	74	292	2	1	11	41	59
	10/11	40	94	79	99	269	40	79	49	99	249	0	9	29	1	40
Valores Médios																
01/00A	10/09	89	99	109	129	347	89	91	99	99	299	0	4	19	27	59
	10/10	92	90	94	127	349	92	91	99	99	270	0	9	29	29	74
	10/11	99	101	97	111	327	99	99	91	92	279	2	10	29	19	59

Tabela 3 A. Evapotranspiração máxima (ETm), Evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D), valores totais em mm, em diferentes subperíodos\* e no ciclo completo do feijoeiro, para três épocas de semeadura. Júlio de Castilhos, RS, período 1975/76-1995/96. CAD = 50mm.

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-10E	10E-IF	IF-IEG	IEG-MF	S-MF	S-10E	10E-IF	IF-IEG	IEG-MF	S-MF	S-10E	10E-IF	IF-IEG	IEG-MF	S-MF
75/76	10/09	27	103	124	189	409	27	83	116	140	365	0	20	8	15	44
	10/10	38	107	103	137	380	33	102	102	113	350	5	5	1	24	30
	10/11	44	122	81	138	366	44	112	76	138	370	0	10	5	0	14
76/77	10/09	31	109	126	148	412	30	108	99	70	308	1	0	25	78	106
	10/10	40	106	104	123	373	40	96	64	93	283	0	10	50	30	80
	10/11	45	112	75	134	388	43	91	75	123	333	2	21	0	11	34
77/78	10/09	33	105	112	145	395	32	104	100	93	330	1	1	11	52	85
	10/10	39	95	104	142	379	39	92	72	99	302	0	3	31	43	77
	10/11	40	111	99	134	383	40	82	60	107	309	0	29	19	27	74
78/79	10/09	31	89	100	145	365	29	81	82	90	288	2	6	17	50	77
	10/10	33	87	99	170	389	32	80	69	46	227	1	7	30	124	182
	10/11	35	112	120	150	423	36	91	21	64	201	0	20	105	86	222
79/80	10/09	26	85	103	130	344	20	78	94	105	303	0	7	9	25	41
	10/10	34	90	85	157	388	33	85	81	60	258	2	5	4	87	108
	10/11	37	101	114	164	418	37	84	39	28	188	0	17	75	138	228
80/81	10/09	30	82	110	132	353	29	82	110	125	346	1	0	0	6	7
	10/10	29	93	94	127	342	29	93	86	104	312	0	0	8	23	31
	10/11	40	100	88	114	341	40	100	77	114	329	0	0	11	1	12
81/82	10/09	22	110	108	147	387	22	87	102	122	334	0	23	8	24	63
	10/10	45	93	111	153	401	37	92	106	48	284	7	0	5	105	117
	10/11	39	108	120	135	402	39	101	25	121	285	0	7	95	14	117
82/83	10/09	25	94	108	154	378	25	94	87	129	345	0	0	9	25	35
	10/10	37	89	107	149	383	37	84	90	119	330	0	6	18	30	64
	10/11	39	117	101	133	391	39	113	83	118	354	1	4	18	16	37
83/84	10/09	27	98	120	183	408	27	98	76	124	328	0	0	41	39	80
	10/10	38	103	108	139	387	38	80	69	138	325	0	23	39	0	62
	10/11	45	125	79	129	377	39	118	79	123	358	0	7	0	6	19
84/85	10/09	26	84	120	184	394	26	94	99	108	325	0	0	21	48	89
	10/10	40	98	102	172	411	40	87	68	96	299	0	11	36	76	122
	10/11	47	119	120	101	387	43	106	55	77	280	4	14	65	24	107
85/86	10/09	24	115	181	195	494	22	79	24	42	187	2	38	138	153	327
	10/10	42	135	139	180	497	41	48	39	41	189	1	88	99	140	325
	10/11	59	146	123	181	488	28	50	37	66	180	31	97	88	95	399
86/87	10/09	26	110	107	185	409	26	110	95	90	330	0	0	12	66	79
	10/10	48	88	115	144	394	48	84	78	100	310	0	4	37	43	84
	10/11	40	125	90	145	401	39	92	65	125	341	0	33	5	22	50
87/88	10/09	31	100	111	155	398	31	96	103	82	311	0	4	8	73	85
	10/10	38	94	118	144	393	38	89	59	73	280	0	5	59	70	134
	10/11	41	115	100	145	407	41	91	60	118	310	0	24	45	27	87
88/89	10/09	19	114	122	152	407	19	101	105	61	286	0	13	17	81	121
	10/10	41	105	107	160	403	39	94	51	101	285	2	12	55	40	110
	10/11	42	115	103	130	390	42	74	95	111	321	0	42	8	19	89
89/90	10/09	25	107	116	157	405	25	97	109	105	335	0	10	7	52	89
	10/10	40	101	118	142	399	39	97	73	124	333	1	5	43	17	87
	10/11	41	118	99	150	408	41	105	79	133	358	0	13	20	17	50
90/91	10/09	25	100	102	152	376	25	99	94	144	381	0	1	8	9	18
	10/10	41	87	102	159	399	41	82	82	107	321	0	5	11	63	78
	10/11	38	118	120	149	424	38	114	45	77	274	0	3	74	73	150
91/92	10/09	20	90	103	130	343	20	79	71	113	284	0	11	32	17	59
	10/10	35	88	97	131	352	33	77	84	114	307	2	11	14	18	45
	10/11	37	96	101	111	345	37	95	75	111	320	0	0	25	0	25
92/93	10/09	24	85	102	139	350	24	85	68	112	288	0	0	35	25	82
	10/10	31	86	97	123	337	31	65	79	108	284	0	20	18	14	63
	10/11	36	106	79	118	339	30	103	79	114	326	8	3	0	4	12
93/94	10/09	20	85	95	138	340	20	82	92	137	332	0	4	3	0	8
	10/10	28	85	95	156	355	28	84	95	99	306	0	1	1	57	59
	10/11	32	105	115	113	356	32	105	48	113	298	0	0	68	1	68
94/95	10/09	27	83	105	129	345	27	83	75	90	276	0	0	30	38	69
	10/10	30	89	95	109	323	30	73	78	62	243	0	10	17	47	80
	10/11	39	97	72	106	313	38	88	56	104	285	3	8	16	2	20
95/96	10/09	28	92	107	130	357	28	81	64	45	219	0	11	43	85	139
	10/10	38	92	99	107	335	34	74	19	83	211	2	18	80	24	124
	10/11	38	97	75	97	307	37	65	55	87	258	1	32	19	0	51
Valores médios																
Épocas	10/09	28	98	112	148	384	28	91	89	102	308	0	7	23	48	77
	10/10	37	95	105	144	382	36	84	73	92	285	1	12	31	52	97
	10/11	41	113	99	131	384	38	94	63	103	299	3	18	38	28	85

S - semeadura; 10E - 10 dias após emergência; IF - início da floração; IEG - início de enchimento de grãos; MF - maturação fisiológica; ciclo completo S - MF



ANÁLISE AGROCLIMÁTICA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DO FEJJOEIRO NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Tabela 3 B. Júlio de Castilhos. CAD = 70mm.

Ano	Época	ETm					ETi					O				
		S-10E	10E-IP	IP-IEQ	IEQ-MP	S-MP	S-10E	10E-IP	IP-IEQ	IEQ-MP	S-MP	S-10E	10E-IP	IP-IEQ	IEQ-MP	S-MP
75/76	10/09	27	103	124	156	409	27	88	117	144	376	0	15	7	12	33
	10/10	38	107	103	137	366	34	104	102	119	359	4	4	1	19	27
	10/11	44	122	81	138	365	44	114	77	138	374	0	7	3	0	10
76/77	10/09	31	109	125	148	412	31	109	105	79	323	1	0	20	69	89
	10/10	40	106	104	123	373	40	99	62	90	297	0	7	42	27	76
	10/11	46	112	75	134	366	43	96	75	126	341	1	16	0	8	26
77/78	10/09	35	105	112	145	399	32	105	103	101	341	0	1	8	44	54
	10/10	39	95	104	142	379	39	93	79	105	315	0	2	24	37	64
	10/11	40	111	99	134	383	40	99	63	110	321	0	22	16	24	63
78/79	10/09	31	89	100	145	365	30	83	65	102	299	2	6	14	43	66
	10/10	33	67	99	170	369	33	81	75	96	245	0	5	24	114	144
	10/11	35	112	126	150	423	35	96	39	57	220	0	16	94	93	203
79/80	10/09	26	85	103	130	344	26	80	67	110	313	0	6	7	19	31
	10/10	34	90	85	157	366	33	86	62	74	275	1	3	3	64	81
	10/11	37	101	114	164	416	37	88	49	30	207	0	13	66	131	209
80/81	10/09	30	82	110	132	353	30	82	110	127	348	0	0	0	5	5
	10/10	29	93	94	127	342	29	83	66	108	318	0	0	6	18	24
	10/11	40	100	88	114	341	40	100	79	114	333	0	0	8	0	9
81/82	10/09	22	110	108	147	387	22	92	102	125	342	0	18	6	22	45
	10/10	45	93	111	153	401	39	92	108	62	301	5	0	4	91	100
	10/11	39	105	120	136	402	39	103	37	122	301	0	5	83	14	102
82/83	10/09	25	94	105	154	379	25	94	99	133	351	0	0	7	21	28
	10/10	37	89	107	149	383	37	85	93	122	338	0	4	14	28	46
	10/11	39	117	101	133	391	39	115	87	121	362	0	3	14	12	29
83/84	10/09	27	98	120	163	408	27	98	87	129	341	0	0	33	34	67
	10/10	36	103	108	130	387	36	85	74	138	335	0	18	33	0	51
	10/11	45	125	79	129	377	40	120	79	124	363	4	6	0	4	14
84/85	10/09	26	94	120	154	394	26	94	104	112	336	0	0	16	42	68
	10/10	40	98	102	172	411	40	90	74	104	307	0	8	29	68	105
	10/11	47	119	120	101	387	44	109	64	79	296	3	10	50	22	81
85/86	10/09	24	115	101	195	494	23	86	35	44	187	2	29	126	151	308
	10/10	42	136	139	160	497	41	60	44	42	187	1	78	95	138	310
	10/11	59	146	123	161	488	33	68	39	66	196	26	69	63	94	282
86/87	10/09	26	110	107	165	409	26	110	98	110	345	0	0	9	55	64
	10/10	48	88	115	144	394	48	85	65	108	324	0	3	29	38	70
	10/11	40	125	90	146	401	39	99	66	120	350	0	20	4	21	51
87/88	10/09	31	100	111	155	398	31	97	105	92	325	0	3	6	62	71
	10/10	38	94	115	144	390	38	90	60	78	276	0	3	49	65	117
	10/11	41	115	106	145	407	41	95	66	124	328	0	10	40	21	80
88/89	10/09	19	114	122	152	407	19	104	109	73	305	0	10	12	79	101
	10/10	38	94	118	144	393	39	97	60	105	303	1	0	40	65	124
	10/11	42	116	103	130	390	42	82	60	110	335	0	34	7	14	55
89/90	10/09	25	107	116	157	405	25	100	111	112	348	0	7	6	45	57
	10/10	41	106	107	150	403	39	98	82	125	347	1	0	46	44	101
	10/11	41	118	99	150	408	41	109	64	137	370	0	10	15	13	38
90/91	10/09	25	100	109	152	379	25	99	66	146	366	0	1	6	7	13
	10/10	41	87	102	169	389	41	83	94	117	336	1	3	35	13	52
	10/11	35	118	120	149	424	38	115	68	60	291	0	2	62	69	133
91/92	10/09	20	80	103	130	343	20	82	77	115	294	0	8	26	15	49
	10/10	35	88	97	131	352	33	80	67	118	318	2	6	11	13	34
	10/11	37	98	101	111	345	37	86	62	111	326	0	0	19	0	19
92/93	10/09	24	85	102	139	350	24	85	74	116	289	0	0	98	23	51
	10/10	31	86	97	123	337	31	71	62	110	294	0	16	15	12	43
	10/11	38	106	79	116	339	32	104	79	115	330	4	2	0	3	9
93/94	10/09	20	86	95	138	340	20	84	93	138	335	0	3	2	0	5
	10/10	29	85	98	155	365	28	84	65	110	317	0	1	1	47	48
	10/11	32	105	115	113	368	32	105	69	113	310	0	0	56	1	57
94/95	10/09	27	83	105	129	345	27	83	81	95	287	0	0	24	34	57
	10/10	30	89	95	109	323	30	77	81	68	250	0	12	14	41	67
	10/11	39	97	72	106	313	37	91	59	105	292	2	6	12	1	22
95/96	10/09	26	92	107	130	357	26	84	71	53	235	0	8	30	75	122
	10/10	36	92	99	107	335	35	79	29	83	225	1	14	70	24	109
	10/11	36	97	75	97	307	38	72	57	97	264	1	25	17	0	43
Valores médios																
Épocas	10/09	26	98	112	148	384	26	92	93	107	319	0	5	19	41	60
	10/10	37	95	105	144	382	38	85	78	98	299	1	10	28	47	86
	10/11	41	113	99	131	384	39	98	68	105	310	2	16	31	26	74

Tabela 4 A. Evapotranspiração máxima (ETm), Evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica(D), valores totais em mm, em diferentes subperíodos\* e no ciclo completo do feijociro, para três épocas de semeadura. Passo Fundo, RS, período 1975/76-2001/02. CAD = 50mm.

Ano	Época	ETm					ETr					D				
		S-10E	10E-1F	1F-1EG	1EG-MF	S-MF	S-10E	10E-1F	1F-1EG	1EG-MF	S-MF	S-10E	10E-1F	1F-1EG	1EG-MF	S-MF
75/76	10/00	24	64	110	120	349	24	70	100	105	318	0	0	0	20	0
	10/10	20	68	88	123	336	29	94	84	90	306	0	4	2	24	20
	10/11	41	65	64	122	343	41	64	64	105	317	0	12	0	14	20
76/77	10/00	31	102	120	140	403	31	102	110	140	387	0	0	6	1	6
	10/10	38	104	107	117	362	38	104	107	115	360	0	0	0	2	2
	10/11	43	114	50	110	345	43	113	60	115	343	0	0	0	1	2
77/78	10/00	20	65	107	138	367	29	91	107	115	347	0	4	0	20	20
	10/10	34	90	87	137	355	34	90	74	109	307	0	0	22	27	50
	10/11	30	104	97	127	367	30	93	74	101	307	0	12	23	20	51
78/79	10/00	33	66	107	143	370	31	66	102	111	328	2	0	5	32	47
	10/10	33	93	102	105	364	30	90	70	92	284	0	3	24	113	140
	10/11	38	100	127	102	426	38	102	32	74	345	0	6	95	76	170
79/80	10/00	20	65	95	108	316	25	65	98	108	315	0	0	0	0	0
	10/10	33	65	65	130	326	33	65	65	135	322	0	0	0	4	4
	10/11	34	64	102	127	357	34	64	93	124	320	0	0	9	13	22
80/81	10/00	27	63	105	131	347	27	63	90	131	351	0	0	10	0	15
	10/10	29	69	98	124	339	29	62	85	117	323	0	7	1	7	15
	10/11	38	69	68	117	342	36	69	70	117	330	2	0	9	0	11
81/82	10/00	23	65	107	135	360	23	65	100	134	358	0	0	1	0	1
	10/10	37	91	100	140	367	37	91	100	110	337	0	0	0	30	30
	10/11	30	101	107	134	360	30	101	85	66	274	0	0	38	66	108
82/83	10/00	24	68	85	138	333	24	68	70	85	270	0	0	5	48	54
	10/10	37	73	93	133	336	37	69	46	125	277	0	4	47	0	59
	10/11	30	103	90	118	341	30	60	67	91	297	0	14	3	27	44
83/84	10/00	25	93	103	140	362	25	93	81	122	321	0	0	22	16	41
	10/10	35	69	94	128	347	35	75	75	122	313	0	11	15	4	34
	10/11	38	107	79	120	345	36	106	76	112	332	3	1	2	8	13
84/85	10/00	24	67	84	142	348	24	65	35	99	243	0	12	30	40	103
	10/10	40	74	90	134	359	42	52	51	95	250	1	21	37	59	119
	10/11	32	100	111	114	353	27	103	63	64	267	4	5	47	20	78
85/86	10/00	22	103	137	158	420	21	70	65	62	216	0	33	73	94	202
	10/10	38	115	115	145	417	32	63	65	66	237	0	33	59	82	180
	10/11	60	115	104	143	414	47	74	65	47	234	3	44	35	65	180
86/87	10/00	25	103	112	135	376	25	64	60	102	310	0	0	24	35	65
	10/10	43	92	65	122	352	42	80	75	99	298	0	12	20	28	55
	10/11	41	105	77	115	339	37	91	77	104	308	5	14	0	12	31
87/88	10/00	26	67	111	130	354	26	67	63	111	317	0	0	18	10	37
	10/10	30	64	67	130	355	30	65	70	118	312	0	0	19	15	43
	10/11	41	97	101	120	359	39	95	61	89	315	2	2	10	31	44
88/89	10/00	20	108	115	137	360	20	102	110	115	347	0	0	0	22	33
	10/10	38	101	98	124	360	38	97	83	124	342	0	3	15	0	18
	10/11	40	102	82	108	331	40	99	83	104	326	0	4	0	2	5
89/90	10/00	23	69	111	141	375	23	66	102	114	330	0	3	0	25	40
	10/10	36	65	106	112	350	36	68	91	110	323	0	3	10	0	16
	10/11	39	106	73	124	341	30	103	70	118	330	0	3	2	8	11
90/91	10/00	23	70	67	133	332	23	70	65	100	293	0	0	12	27	38
	10/10	31	62	60	153	355	31	74	61	51	237	0	0	9	102	118
	10/11	36	102	111	123	373	34	69	26	97	245	1	13	65	25	126
91/92	10/00	23	91	103	127	345	23	81	64	127	328	0	10	0	0	19
	10/10	36	69	60	130	351	36	67	60	121	301	3	2	0	15	20
	10/11	37	95	100	103	338	37	95	60	102	314	0	0	10	1	21
92/93	10/00	26	66	107	144	362	26	60	104	126	341	0	0	3	10	21
	10/10	31	91	97	132	351	31	91	94	110	328	0	0	3	19	23
	10/11	38	111	82	112	343	36	96	62	112	326	0	14	0	0	14
93/94	10/00	21	65	68	138	353	21	65	60	129	344	0	0	0	0	9
	10/10	27	65	88	133	364	27	65	65	103	314	0	0	0	81	81
	10/11	34	105	103	67	341	34	100	68	70	282	0	5	45	27	70
94/95	10/00	27	75	104	135	341	27	75	65	127	325	0	0	0	0	16
	10/10	29	67	100	105	322	29	63	63	108	310	0	0	7	0	12
	10/11	40	101	68	111	319	40	101	68	101	310	0	0	0	0	9
95/96	10/00	17	90	113	138	357	17	64	67	46	243	0	5	10	61	113
	10/10	34	66	66	132	352	34	62	41	64	250	0	6	97	40	112
	10/11	40	104	91	118	351	40	70	68	116	285	0	34	23	0	58
96/97	10/00	25	67	110	127	359	26	67	74	104	290	1	0	48	23	60
	10/10	31	102	88	148	367	31	75	64	144	314	0	27	22	4	53
	10/11	44	67	105	120	350	37	93	100	120	367	7	4	2	0	12
97/98	10/00	25	71	67	140	323	25	71	67	107	300	0	0	0	33	33
	10/10	27	61	100	121	330	27	61	73	121	302	0	0	37	0	37
	10/11	38	103	91	100	330	36	93	91	99	319	0	0	0	2	11
98/99	10/00	19	65	126	129	360	19	65	61	96	292	0	1	35	33	59
	10/10	33	108	89	134	352	33	91	51	104	280	0	15	28	30	73
	10/11	47	60	64	115	354	43	60	73	115	318	4	0	21	0	35
99/00	10/00	32	63	111	137	363	32	74	62	115	315	0	0	20	19	45
	10/10	34	63	64	130	359	31	65	62	75	274	3	7	2	63	75
	10/11	42	105	94	132	373	40	93	57	95	280	1	12	37	30	53
00/01	10/00	25	69	117	129	360	25	69	65	81	265	0	0	30	48	77
	10/10	32	100	68	110	339	32	65	62	109	279	0	13	46	0	60
	10/11	42	95	78	85	312	41	67	77	95	302	1	5	1	0	10
01/02	10/00	23	69	115	137	374	23	69	67	137	345	0	11	10	0	29
	10/10	30	98	92	144	372	35	95	62	124	347	3	1	0	20	25
	10/11	40	105	66	114	355	40	105	74	108	320	0	0	34	5	30
Valores máximos																
Épocas	10/00	26	91	108	135	360	26	67	62	110	314	0	4	15	25	45
	10/10	34	63	65	134	355	34	65	75	105	302	1	7	15	28	54
	10/11	39	103	63	110	354	35	64	73	100	305	1	5	20	10	45

S- semeadura; 10E- 1ª folha trifoliolada desenvolvida; 1F- início da floração; 1EG - início de enchimento de grãos; MF- maturação fisiológica; ciclo completo S - MF

ANÁLISE AGROCLIMÁTICA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO NA REGIÃO DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL

Tabela 4 B. Passo Fundo. CAD = 70mm.

Ano	Eneço	BTM					ET <sub>c</sub>					D				
		S-10E	10E-IP	IP-1E0	1E0-MP	S-MP	S-10E	10E-IP	IP-1E0	1E0-MP	S-MP	S-10E	10E-IP	IP-1E0	1E0-MP	S-MP
78/79	10/09	24	84	110	125	249	24	21	111	110	224	0	4	5	10	22
	10/10	29	88	84	123	255	29	22	65	104	212	0	2	1	16	23
	10/11	41	98	84	122	242	41	22	64	111	224	0	9	0	10	19
79/77	10/09	31	102	120	140	402	31	102	116	149	200	0	0	4	0	4
	10/10	25	104	107	117	262	25	104	107	112	241	0	0	0	1	1
	10/11	42	114	82	110	240	42	114	68	112	244	0	0	0	1	1
77/78	10/09	28	85	107	120	267	28	82	107	120	240	0	2	0	12	16
	10/10	24	80	97	127	252	24	80	79	112	217	0	0	12	22	41
	10/11	25	104	97	127	267	25	92	76	104	212	0	9	10	24	21
78/79	10/09	22	85	107	142	272	22	85	102	117	242	0	0	4	26	21
	10/10	22	82	102	125	224	22	81	82	82	271	0	2	10	102	122
	10/11	22	102	127	122	422	22	102	44	77	222	0	4	22	74	121
79/80	10/09	24	82	82	102	212	22	82	92	102	212	0	0	0	0	0
	10/10	22	82	82	122	222	22	82	82	122	222	0	0	0	0	0
	10/11	24	84	102	127	227	24	84	92	107	240	0	0	0	11	17
80/81	10/09	27	82	102	121	247	27	82	84	121	222	0	0	11	0	12
	10/10	22	82	92	124	222	22	82	92	112	222	0	0	0	5	11
	10/11	22	82	82	117	242	22	82	81	117	222	0	0	7	0	8
81/82	10/09	22	82	107	122	222	22	82	107	124	222	0	0	1	0	1
	10/10	27	91	102	142	227	27	91	102	117	244	0	0	0	22	22
	10/11	22	101	107	124	222	22	101	72	72	222	0	0	21	21	21
82/83	10/09	24	82	82	122	222	24	82	82	82	222	0	0	4	40	44
	10/10	27	72	92	122	222	27	72	84	122	222	0	2	22	9	20
	10/11	22	102	92	112	241	22	102	82	112	241	0	11	2	21	24
82/84	10/09	22	82	102	142	222	22	82	82	122	222	0	0	17	12	22
	10/10	22	82	92	122	247	22	81	81	122	222	0	9	12	2	27
	10/11	22	107	72	122	242	22	107	72	114	222	2	1	1	2	0
84/85	10/09	24	97	82	142	242	24	82	42	102	222	0	0	42	40	20
	10/10	42	74	82	104	222	42	87	87	102	222	1	12	22	24	102
	10/11	22	102	111	114	222	22	104	71	82	222	2	5	42	12	22
85/86	10/09	22	102	127	122	422	21	77	72	62	227	0	22	22	22	122
	10/10	22	112	112	142	417	24	82	82	82	224	4	27	22	72	122
	10/11	22	112	104	142	414	42	81	70	81	242	2	27	24	22	122
86/87	10/09	22	102	112	122	272	22	82	84	110	222	0	7	12	22	22
	10/10	42	92	92	122	222	42	82	82	102	222	0	9	12	12	44
	10/11	41	102	77	112	222	22	84	77	107	212	2	11	0	2	22
87/88	10/09	22	87	111	122	222	22	87	82	114	222	0	0	12	12	22
	10/10	22	84	97	122	222	22	82	82	112	212	0	7	12	14	22
	10/11	41	97	101	122	222	22	82	84	82	224	1	2	7	24	24
88/89	10/09	22	102	112	122	222	22	102	112	122	222	0	4	4	12	22
	10/10	22	101	82	124	222	22	82	87	124	247	0	2	11	0	14
	10/11	42	102	82	122	221	42	102	82	104	227	0	2	0	1	4
89/90	10/09	22	82	111	141	272	22	87	102	112	242	0	2	7	22	22
	10/10	22	82	102	112	222	22	82	84	111	227	0	1	11	1	12
	10/11	22	102	72	124	241	22	102	71	112	222	0	2	2	4	2
90/91	10/09	22	72	87	122	222	22	72	82	110	222	0	0	9	22	22
	10/10	21	82	82	122	222	21	72	82	92	222	0	2	7	21	102
	10/11	22	102	111	122	272	22	82	87	102	227	1	10	74	21	102
91/92	10/09	22	81	102	127	242	22	82	82	127	221	0	7	7	0	14
	10/10	22	82	92	122	222	24	82	82	124	222	2	1	0	11	12
	10/11	27	92	102	122	222	27	82	82	102	212	0	0	12	1	12
92/93	10/09	22	82	107	144	222	22	82	102	121	247	0	0	2	12	12
	10/10	21	81	87	122	221	21	81	82	117	224	0	0	2	12	17
	10/11	22	111	82	112	242	22	102	82	112	222	0	11	0	0	11
92/94	10/09	21	82	92	122	222	21	82	82	121	242	0	0	0	6	2
	10/10	27	82	82	122	224	27	82	82	112	222	0	0	0	41	41
	10/11	24	102	102	97	241	24	102	82	72	272	0	6	27	24	22
94/95	10/09	27	72	104	122	241	27	72	82	122	222	0	0	6	6	12
	10/10	22	87	102	122	222	22	82	84	102	212	0	2	2	0	0
	10/11	42	101	82	111	212	42	101	82	104	212	0	0	0	7	7
95/96	10/09	17	92	112	122	227	17	82	102	82	222	0	4	12	21	22
	10/10	24	92	82	122	222	24	82	82	82	222	0	0	42	42	27
	10/11	42	104	81	112	221	42	77	72	112	222	0	27	20	0	42
96/97	10/09	22	87	112	127	222	22	87	82	102	222	1	0	22	22	27
	10/10	21	102	82	142	227	21	81	87	144	224	0	21	12	4	42
	10/11	44	97	102	122	222	22	84	107	122	222	0	2	1	0	2
97/98	10/09	22	71	97	142	222	22	71	97	114	227	0	0	0	22	22
	10/10	27	81	102	121	222	27	81	82	121	210	0	0	22	0	22
	10/11	22	102	81	102	222	22	82	81	92	222	0	7	0	1	2
98/99	10/09	12	82	122	122	222	12	82	82	102	222	0	1	22	22	27
	10/10	22	102	82	124	222	22	82	82	102	222	0	11	22	22	22
	10/11	47	82	84	112	224	44	81	77	112	222	0	7	12	0	22
99/00	10/09	22	82	111	127	222	22	72	82	122	227	0	7	12	12	22
	10/10	24	82	84	122	222	22	82	82	82	222	2	5	1	22	21
	10/11	42	102	84	122	272	41	82	82	102	222	1	5	21	22	27
00/01	10/09	22	82	117	122	222	22	82	84	87	222	0	0	22	42	24
	10/10	22	102	92	112	222	22	82	82	112	222	0	10	22	0	42
	10/11	42	82	72	82	212	42	82	77	82	222	1	2	1	0	7
01/02	10/09	22	82	112	127	274	22	81	101	127	221	0	0	14	0	22
	10/10	22	82	92	144	272	27	87	82	122	222	2	1	0	12	12
	10/11	42	102	82	114	222	42	102	82	102	222	0	0	10	6	22
Valores Médios																
Médias	10/09	22	81	102	122	222	22	82	82	114	222	0	2	12	22	22
	10/10	24	82	84	124	222	24	87	81	102	211	0	5	12	24	42
	10/11	22	102	82	112	224	22	82	72	102	214	1	7	12	12	42

Durante estes subperíodos, as deficiências médias variaram de 16 mm na semeadura de setembro em Passo Fundo, a 52 mm na semeadura de outubro, em Júlio de Castilhos, verificando-se, portanto, grandes diferenças entre locais e épocas de semeadura. Os subperíodos referidos apresentam maior área foliar e alta atividade fisiológica, apresentando, desta forma, elevado consumo de água. Os menores valores de deficiência hídrica ocorreram durante o subperíodo da semeadura a 10 dias após a emergência. Este subperíodo se caracteriza pelo baixo índice de área foliar, sendo este o principal fator responsável pelo baixo consumo de água, ocorrendo, desta forma, baixos valores de deficiência hídrica. Em períodos de forte estiagem, como ocorreu durante o ano agrícola 1985/86, foram observados valores de deficiência hídrica total no ciclo superiores a 300 mm, conforme verificado em Júlio de Castilhos (Tabela 3). Em trabalho realizado para a cultura da soja, MATZENAUER et al. (1998a), encontraram valores de deficiência superiores a 500 mm, para a localidade de Júlio de Castilhos, no mesmo ano agrícola.

Os resultados indicam que a deficiência hídrica é um fator limitante à obtenção de elevados rendimentos de grãos na cultura do feijoeiro e de safras agrícolas estáveis no Rio Grande do Sul. Os dados apresentados podem ser utilizados em trabalhos de zoneamento agroclimático para a cultura do feijoeiro na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul e na indicação da época de semeadura, visando diminuir os riscos da cultura ao fator hídrico.

## CONCLUSÕES

Para as condições e locais em que foi desenvolvido este trabalho, pode-se concluir que:

1. Os maiores valores de evapotranspiração máxima do feijoeiro ocorrem em Júlio de Castilhos, sendo menores para Cruz Alta e intermediários para Passo Fundo;

2. É freqüente a ocorrência de deficiência hídrica durante o ciclo de desenvolvimento do feijoeiro;

3. O aumento na capacidade de armazenamento de água disponível no solo de 50mm para 70 mm, reduz a deficiência hídrica em torno de 15%.

4. Os valores mais elevados de deficiência hídrica ocorrem entre o início da floração e a maturação fisiológica.

5. A época de semeadura de setembro, é a que apresenta menor risco à produção de grãos.

## 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*, Porto Alegre, v.2, n.2, p. 149-154, 1996.

BERGAMASCHI, H.; OMETTO, J. C.; VIEIRA, H. J. et al. Deficiência hídrica em feijoeiro. II. Balanço de energia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 7, p. 745-757, 1988.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H. J.; LIBARDI, P.L. et al. 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.

BUNCE, J. A. Water stress as an almost everyday phenomenon. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4., 1989, Buenos Aires. *Actas...* Brasília, 1989. p. 232-237.

CUNHA, G. R. *Evapotranspiração e função de resposta à disponibilidade hídrica em alfafa*. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 198 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS.

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

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Fao: Roma, 1979. 179 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24)
- FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Impactos da seca na produção de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 20., 1992. Chapecó, SC. **Ata e Resumos....** Chapecó: EPAGRI, 1993. p. 186.
- INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. IPAGRO. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1989. v. 1, 102 p.
- MATZENAUER, R.; BARNI, N. A.; MACHADO, F. A. et al. Análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura da soja na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 263-275, 1998a.
- MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; BUENO, 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, 1998b.
- MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; BUENO, A. C. Relações entre a evapotranspiração máxima do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 173-178, 1999.
- 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).
- 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.
- PENMAN, H. L. Evaporation: and introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 4, p. 9-29, 1956.
- SANTOS, A.O. **Evapotranspiração máxima da alfafa na Depressão Central do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1993. 106 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water budget and its use in irrigation. **Yearbook of Agriculture**, Washington, 1955. p. 346-358.