

ISSN 0104-1347

Estimativa do consumo relativo de água para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul

Estimative of relative water consumption of crop maize in Rio Grande do Sul State, Brazil

Ronaldo Matzenauer¹

Resumo – Estimou-se o consumo relativo de água (razão E_{Tr}/E_{Tm}) para o período crítico da cultura do milho em diversas épocas de semeadura, para dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul. A evapotranspiração máxima (E_{Tm}) foi estimada utilizando-se o coeficiente de cultura (K_c) enquanto que a evapotranspiração real (E_{Tr}) foi estimada pelo balanço hídrico decendial, calculado para o período de 1975/76 a 2000/2001. Considerando-se os valores médios dos períodos, o consumo relativo de água variou de 0,53 na época de semeadura de outubro, em São Gabriel, a 0,84 na semeadura de dezembro em Veranópolis. São Gabriel e Rio Grande são os locais que apresentam os menores valores de consumo relativo de água, portanto com maior risco para a produção de grãos. Em anos de forte estiagem, o consumo relativo de água, em algumas situações, foi menor que 0,20, evidenciando o problema da deficiência hídrica. Em 39,7% dos casos analisados o consumo relativo de água classifica-se como de alto ou médio risco (índice $E_{Tr}/E_{Tm} \leq 0,70$ durante o período crítico). São Gabriel apresentou 61,5% das situações com índice igual ou menor a 0,70, seguido-se Rio Grande com cerca de 57% e Júlio de Castilhos com 51%. Os locais de menor risco foram Veranópolis, Taquari e Passo Fundo, com índices iguais ou menores que 0,70 ocorrendo em 25%, 29% e 30% dos casos, respectivamente. Para o conjunto dos locais analisados, pode-se esperar que a cada dez anos, em cerca de quatro deve ocorrer redução de rendimento de grãos de milho por deficiência hídrica, com intensidade variável, dependendo do local, do ano e da época de semeadura.

Palavras-chave: evapotranspiração máxima, evapotranspiração real, milho.

Abstract – The objective of this work was to estimate the relative water consumption (reason E_{Tr}/E_{Tm}) for the critical period of maize in several sowing dates for ten places of the Rio Grande do Sul State, Brazil. The maximum evapotranspiration (E_{Tm}) was estimated using the crop coefficient (K_c) and the actual evapotranspiration (E_{Tr}) it was estimated through the water balance, during the period from 1975/76 to 2000/2001. Considering the average values of the periods, the relative water consumption varied from 0.53 in the October sowing, in São Gabriel, to 0.84 in the December sowing in Veranópolis. São Gabriel and Rio Grande are the locations that present the smallest values of relative water consumption, and therefore the larger risk for grain production. In years with severe drought, the relative water consumption, in some situations, was less than 0.20, indicating a problem of water deficiency. In 39.7% of the cases, the relative water consumption is classified as high or medium risk (index $E_{Tr}/E_{Tm} \leq 0.70$ during the critical period). São Gabriel presents 61.5% of the cases with index equal to or less then to 0.70, followed by Rio Grande with about 57% of the cases and Júlio de Castilhos with 51%. The locations of smallest risk are Veranópolis, Taquari and Passo Fundo, with indexes equal to or less than 0.70 in 25%, 29% and 30% of the cases, respectively. Cobnsidering all places together, it is expected a reduction in maize yield due to water deficiency, in four out ten years with variable intensity, depending on the location, the year, and of the sowing date.

Key words: maximum evapotranspiration, real evapotranspiration, maize.

¹Eng. Agr., Dr., pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/SCT. E-mail: agrome@fepagro.rs.gov.br. Pesquisador do CNPq.

Introdução

O milho é, provavelmente, a cultura produtora de grãos mais influenciada pelo regime hídrico no Estado do Rio Grande do Sul. A baixa disponibilidade hídrica que ocorre com frequência no Estado, principalmente durante o período de dezembro a fevereiro é o principal fator responsável pelas quebras nas safras desta cultura. Estudos visando a determinação de índices agrometeorológicos que objetivam auxiliar na minimização do problema têm aumentado nos últimos anos, propiciando o aperfeiçoamento dos trabalhos de zoneamento agroclimático, entre outros, com ênfase na redução de riscos associados às atividades agrícolas.

A quantidade de água consumida pela planta em condições naturais de disponibilidade hídrica (evapotranspiração real - ETr) relacionada ao consumo de água sem restrição hídrica (evapotranspiração máxima - ETm) fornece o consumo relativo de água, representado pelo índice ETr/ETm. Portanto, é a quantidade de água que a planta consome, em relação à quantidade máxima de água que a planta consumiria, sem nenhuma restrição hídrica. É um índice de extrema utilidade em estudos agrometeorológicos e tem sido utilizado mais recentemente em trabalhos de zoneamento agroclimáticos, para a definição de áreas de risco para a produção de grãos. MATZENAUER et al. (1995a) determinaram o consumo relativo de água para a cultura do milho para vários locais e anos, encontrando elevada associação entre a variável e o rendimento de grãos. Os autores concluíram que o consumo relativo de água é a variável mais eficiente para indicar as variações de rendimento de grãos de milho entre épocas de semeadura, anos e locais no Estado do Rio Grande do Sul. Os modelos agrometeorológicos relacionando o rendimento de grãos com o índice ETr/ETm, durante o período crítico da cultura (do início do pendoamento a 30 dias após - IP-30IP), podem ser utilizados para a estimativa do rendimento de grãos de milho, tendo a vantagem ainda, de estimar com uma antecedência de aproximadamente 30 dias da maturação fisiológica da cultura, portanto, bem antes da colheita (MATZENAUER et al. 1995b). Os resultados obtidos no trabalho mostram que com um valor médio de consumo relativo de água de 0,70 no período crítico da cultura (em média 30% de deficiência hídrica), o rendimento médio de grãos é reduzido em aproximadamente 20%, e quando o consumo relativo de água é em média igual a 0,50

(50% de deficiência hídrica), a redução no rendimento de grãos é de cerca de 50%. Baseado nestes resultados, MATZENAUER et al. (2002) definiram três índices de risco para a produção de milho no Rio Grande do Sul, que podem ser associados às áreas de produção. Áreas de baixo risco - áreas onde o consumo relativo de água - índice ETr/ETm - é maior que 0,70; áreas de risco médio - áreas onde o consumo relativo de água é igual ou menor que 0,70 e igual ou maior que 0,50; e áreas de alto risco - áreas onde o consumo relativo de água é menor que 0,50.

BERLATO (1987) relacionou o rendimento de grãos da soja com o consumo relativo de água para diversas localidades do Estado. Concluiu que o consumo relativo de água explicou 89, 86 e 85% da variação do rendimento de grãos de soja dos grupos de maturação precoce, médio e tardio, respectivamente, durante o período crítico da cultura.

Este trabalho teve o objetivo de estimar o consumo relativo de água para a cultura do milho em diferentes épocas de semeadura, para dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul, visando fornecer informações úteis aos estudos de zoneamentos agroclimáticos, definição e escolha da melhor época de semeadura para a cultura do milho.

Material e métodos

A estimativa do consumo relativo de água para a cultura do milho foi feita para dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul, num período variável de 20 a 26 anos, em função da disponibilidade de dados meteorológicos (Tabela 1). Na Figura 1 é apresentada a distribuição geográfica das localidades.

A evapotranspiração (ETm) máxima da cultura foi estimada a partir da relação:

$$ETm = Kc \cdot ETo$$

onde Kc é o coeficiente de cultura (MATZENAUER et al., 1998) e ETo é a evapotranspiração de referência calculada pelo método de PENMAN (1956). A evapotranspiração real foi estimada por um balanço hídrico decendial obtido pelo método de THORNTON & MATHER (1955), utilizando-se uma CAD de 75mm. A razão ETr/ETm foi calculada simulando-se semeaduras em setembro, outubro, novembro e dezembro, nos locais onde as temperaturas no final do inverno e início da primavera são mais baixas, enquanto que para os locais mais quentes (San-

Tabela 1. Relação das localidades e período de cálculo do consumo relativo de água para a cultura do milho.

Nº	Localidade	Região Climática	Período calculado	Coordenadas Geográficas		
				Altitude	Latitude	Longitude
1	Cruz Alta		75/76 - 97/98	473	28°38'21''	53°36'42''
2	Júlio de Castilhos	Planalto	75/76 - 95/96	514	29°13'26''	53°40'45''
3	Passo Fundo		75/76 - 98/99	709	28°15'41''	52°24'45''
4	Santa Rosa	Missões	75/76 - 98/99	273	27°51'50''	54°29'03''
5	São Borja	Vale do Uruguai	75/76 - 99/00	99	28°39'44''	56°00'44''
6	São Gabriel	Depressão Central	75/76 - 99/00	109	30°20'27''	54°19'01''
7	Taquari		75/76 - 00/01	76	29°48'15''	51°49'30''
8	Rio Grande	Litoral Sul	75/76 - 98/99	15	32°01'02''	52°09'32''
9	Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste	75/76 - 98/99	420	30°25'35''	52°31'20''
10	Veranópolis	Serra do Nordeste	75/76 - 98/99	705	28°56'14''	51°33'11''

ta Rosa, São Borja e Taquari) foi incluída a semeadura de agosto.

A estimativa do consumo relativo de água foi obtida somente para o período crítico da cultura, ou seja, do início do pendoamento até 30 dias após (IP-30IP), que engloba a floração e o início do enchimento de grãos, conforme MATZENAUER (1994), que obteve para este subperíodo as maiores associa-

ções entre o consumo relativo de água e o rendimento de grãos em quatro localidades do Rio Grande do Sul.

Resultados e discussão

Os valores do consumo relativo de água no período crítico do milho, para as dez localidades avaliadas, bem como os valores médios e o desvio padrão de cada período em cada época de semeadura são apresentados nas Tabelas 2 a 6. Considerando-se os valores médios dos períodos, o consumo relativo de água variou de 0,53 na época de semeadura de outubro, em São Gabriel, a 0,84 na semeadura de dezembro em Veranópolis. São Gabriel e Rio Grande foram os locais que apresentaram os menores valores de consumo relativo de água, portanto, com maior risco para a cultura.

Em anos com ocorrência de forte estiagem, como o verificado, por exemplo, no ano agrícola de 1985/86, o consumo relativo de água, em algumas situações, foi menor que 0,20. Estes índices estão

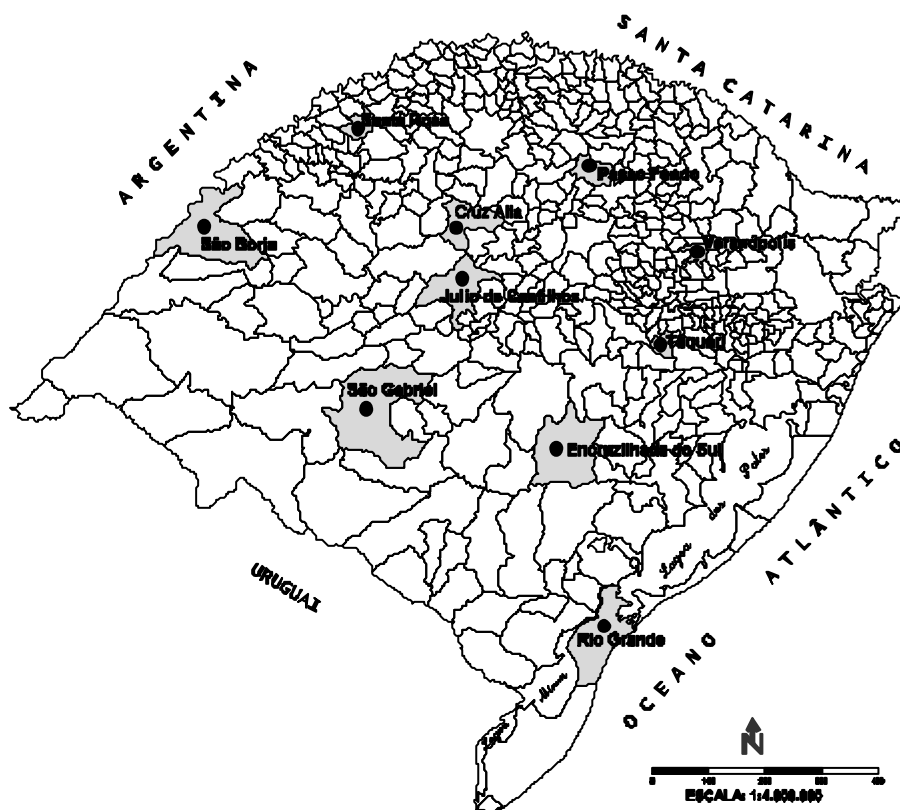


Figura 1. Localidades onde foram calculados os valores de consumo relativo de água para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 2. Consumo relativo de água (índice ETr/ETm) no período crítico do milho (IP-30IP*), em diferentes anos e épocas de semeadura, para Cruz Alta e Júlio de Castilhos, RS.

Ano	Cruz Alta				Ano	Júlio de Castilhos			
	Época de semeadura					Época de semeadura			
	set	out	nov	Dez		set	out	Nov	dez
75/76	0,83	0,83	0,99	0,92	75/76	0,79	0,80	0,94	0,88
76/77	0,86	0,91	0,95	0,76	76/77	0,37	0,74	0,80	0,64
77/78	0,68	0,35	0,46	0,58	77/78	0,44	0,59	0,67	0,62
78/79	0,54	0,23	0,24	1,00	78/79	0,50	0,22	0,12	0,87
79/80	0,85	0,52	0,34	0,44	79/80	0,78	0,37	0,16	0,46
80/81	0,91	0,95	0,97	0,97	80/81	0,88	0,75	0,96	0,90
81/82	0,79	0,39	0,38	0,77	81/82	0,67	0,22	0,52	0,75
82/83	-	-	-	-	82/83	0,75	0,64	0,63	1,00
83/84	0,40	0,72	1,00	0,82	83/84	0,70	0,93	1,00	0,76
84/85	0,40	0,27	0,40	0,95	84/85	0,54	0,44	0,60	0,67
85/86	0,06	0,34	0,90	0,79	85/86	0,17	0,17	0,35	0,73
86/87	0,55	0,66	0,87	0,93	86/87	0,55	0,64	0,75	0,80
87/88	0,40	0,47	0,89	0,48	87/88	0,47	0,49	0,86	0,59
88/89	0,50	0,68	0,89	0,85	88/89	0,38	0,62	0,88	0,78
89/90	0,48	0,90	0,97	0,82	89/90	0,60	0,83	0,92	0,72
90/91	-	-	-	-	90/91	0,90	0,57	0,47	0,40
91/92	-	-	-	-	91/92	0,79	0,81	0,85	0,99
92/93	0,73	0,83	0,98	0,71	92/93	0,65	0,81	0,84	0,86
93/94	0,88	0,48	0,73	1,00	93/94	0,98	0,64	0,62	0,95
94/95	0,53	0,90	0,50	0,82	94/95	0,58	0,52	0,95	1,00
95/96	0,23	0,60	1,00	0,97	95/96	0,35	0,69	0,98	0,94
96/97	0,93	0,78	0,99	0,96	96/97	-	-	-	-
97/98	0,78	0,91	0,90	0,86	97/98	-	-	-	-
Média	0,62	0,64	0,77	0,82	Média	0,61	0,59	0,71	0,78
S**	0,30	0,31	0,35	0,31		0,21	0,21	0,26	0,17

* IP-30IP – início do pendoamento até 30 dias após IP

** s – desvio padrão

associados, normalmente, a reduções de mais de 90% do rendimento de grãos, segundo resultados obtidos por MATZENAUER (1994). As épocas de semeadura de setembro e outubro apresentaram, em geral, os menores valores de consumo relativo de água, estando associadas, portanto, a semeaduras de maior risco. Nos locais mais quentes, como Santa Rosa e São Borja, as épocas com menor deficiência hídrica média (maiores valores de consumo relativo de água) foram agosto e dezembro, sendo, portanto, mais indicadas para a semeadura.

Na Tabela 7 é apresentado um resumo da análise do consumo relativo de água para a cultura do milho, nos 10 locais. Verifica-se que 39,7% dos casos analisados (anos x épocas = 980) apresentaram consumo relativo de água classificado como de alto ou médio risco (índice ETr/ETm \leq 0,70 durante o período crítico) (MATZENAUER et al., 2002). São

Gabriel apresentou 61,5% dos casos com índice menor ou igual a 0,70, evidenciando uma região de alto risco para a produção de milho, seguido de Rio Grande com cerca de 57 % dos casos e Júlio de Castilhos com 51%. Isto significa que existe uma baixa probabilidade de ocorrer anos com boa disponibilidade hídrica para o milho nestes locais, sendo de 38,5%, 43% e 49%, respectivamente. Entre os locais analisados, os de menor risco foram Veranópolis, Taquari e Passo Fundo, com índices menores que 0,70 ocorrendo em 25%, 29% e 30% dos casos, respectivamente. Ou seja, existe uma probabilidade maior (de 75%, 71% e 70% dos anos, respectivamente) de ocorrer boa disponibilidade hídrica durante o período crítico da cultura do milho nos locais citados. Para o conjunto dos locais analisados, pode-se deduzir que em quatro anos a cada dez, deve ocorrer redução de rendimento de grãos de milho, com intensidade variável, dependendo do local, do ano e da época de semeadura.

Tabela 3. Consumo relativo de água (índice ETr/ETm) no período crítico do milho (IP-30IP*), em diferentes anos e épocas de semeadura, para Passo Fundo e Santa Rosa, RS.

Passo Fundo					Santa Rosa					
Ano	Época de semeadura				Ano	Época de semeadura				
	set	out	nov	dez		ago	Set	out	Nov	Dez
75/76	0,79	0,80	0,90	0,74	75/76	0,85	0,92	0,89	0,94	0,93
76/77	0,97	0,95	0,97	0,93	76/77	-	-	-	-	-
77/78	0,83	0,69	0,69	0,59	77/78	0,89	0,91	0,57	0,62	0,54
78/79	0,65	0,27	0,19	0,96	78/79	0,80	0,59	0,32	0,08	0,57
79/80	1,00	0,90	0,78	0,98	79/80	0,91	0,93	0,98	0,72	0,52
80/81	0,99	0,93	0,97	0,92	80/81	0,99	0,83	0,69	0,78	0,88
81/82	0,96	0,76	0,37	0,59	81/82	0,91	0,88	0,76	0,31	0,93
82/83	0,57	0,81	0,63	1,00	82/83	0,97	0,73	0,75	0,93	0,90
83/84	0,81	0,85	0,98	0,68	83/84	0,89	0,62	0,66	0,98	0,80
84/85	0,55	0,48	0,55	0,89	84/85	0,96	0,86	0,74	0,77	0,92
85/86	0,31	0,42	0,48	0,50	85/86	0,24	0,37	0,46	0,73	0,64
86/87	0,65	0,76	0,87	0,71	86/87	0,89	0,87	0,64	0,97	0,99
87/88	0,77	0,81	0,94	0,41	87/88	0,79	0,69	0,58	0,63	0,59
88/89	0,79	0,99	0,97	1,00	88/89	0,77	0,61	0,64	0,91	0,69
89/90	0,76	0,93	0,95	0,96	89/90	0,78	0,79	0,98	0,95	0,77
90/91	0,70	0,26	0,63	0,41	90/91	0,96	0,95	0,41	0,58	0,46
91/92	1,00	0,85	0,83	0,97	91/92	0,39	0,50	0,94	0,59	1,00
92/93	0,87	0,87	1,00	0,95	92/93	0,98	0,78	0,63	1,00	0,74
93/94	0,92	0,61	0,50	0,94	93/94	0,99	0,97	0,71	0,68	0,95
94/95	0,91	1,00	0,93	0,86	94/95	0,95	0,63	0,77	0,90	0,95
95/96	0,27	0,55	1,00	0,90	95/96	0,49	0,25	0,47	1,00	0,87
96/97	0,75	0,79	0,93	0,93	96/97	0,82	0,87	0,93	0,93	0,94
97/98	0,76	1,00	1,00	0,96	97/98	1,00	0,82	0,94	0,90	0,91
98/99	0,73	0,68	1,00	0,87	98/99	0,72	0,66	0,70	0,70	0,88
Média	0,76	0,75	0,79	0,82	Média	0,82	0,74	0,70	0,77	0,80
S**	0,19	0,22	0,23	0,19		0,20	0,19	0,19	0,23	0,17

*IP-30IP – início do pendramento até 30 dias após IP

**s – desvio padrão

Os índices apresentados podem ser utilizados para a estimativa do potencial de rendimento de grãos em cada região e para a previsão de safras agrícolas, utilizando-se modelos agrometeorológicos ajustados para a cultura do milho. Além disso, pode ser uma ferramenta importante para o aperfeiçoamento dos zoneamentos agroclimáticos, possibilitando, ainda, a definição e escolha da época de semeadura de menor risco para a produção de grãos em cada região.

Os dados apresentados evidenciaram, com clareza, o problema da deficiência hídrica para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Ficou caracterizada a ocorrência de períodos de disponibilidade hídrica limitantes para essa cultura, para 40% das situações analisadas, em média. Apenas em 26% das situações, os valores do consumo relativo de água foram iguais ou superiores a 0,90, ou seja,

com uma deficiência hídrica igual ou menor a 10%, a qual não apresenta risco para a produção de grãos. É possível concluir que o Rio Grande do Sul continuará perdendo quantidades significativas de grãos causadas por estiagens, com reflexos negativos na economia do Estado, alicerçada fortemente na agricultura e no complexo agroindustrial. A pesquisa e a extensão vem estudando e debatendo este tema há vários anos, independentemente da ocorrência do fenômeno, alertando as autoridades para a necessidade de elaboração de um programa de desenvolvimento que contemple um plano abrangente de irrigação, principalmente para as regiões que apresentam maior potencial de rendimento, mas que apesar disso, necessitam com frequência de suplementação hídrica para proporcionar maior rendimento e maior estabilidade das safras. A estabilidade das safras constitui-se em fator de grande importância, no

Tabela 4. Consumo relativo de água (índice ETr/ETm) no período crítico do milho (IP-30IP*), em diferentes anos e épocas de semeadura, para São Gabriel e São Borja, RS.

São Gabriel					São Borja					
Ano	Época de semeadura				Ano	Época de semeadura				
	set	out	nov	dez		ago	set	out	Nov	Dez
75/76	0,42	0,43	0,93	0,68	75/76	0,78	0,79	0,79	0,95	0,87
76/77	0,81	0,88	0,87	0,60	76/77	-	-	-	-	-
77/78	0,56	0,41	0,54	0,30	77/78	0,84	0,76	0,52	0,53	0,36
78/79	0,63	0,37	0,09	0,51	78/79	0,97	0,58	0,17	0,18	0,57
79/80	0,38	0,21	0,34	0,51	79/80	0,90	0,88	0,75	0,39	0,59
80/81	0,56	0,56	0,85	0,81	80/81	1,00	0,91	0,80	0,92	0,92
81/82	0,45	0,26	0,56	0,70	81/82	0,75	1,00	0,73	0,38	0,75
82/83	0,53	0,71	0,70	1,00	82/83	0,98	0,90	0,63	0,78	0,82
83/84	0,31	0,59	0,93	0,78	83/84	0,70	0,40	0,52	0,96	0,93
84/85	0,40	0,35	0,28	0,30	84/85	0,76	0,58	0,28	0,30	0,93
85/86	0,14	0,14	0,83	0,48	85/86	-	-	-	-	-
86/87	0,61	0,69	0,76	0,55	86/87	0,97	0,89	0,75	0,96	0,84
87/88	0,72	0,50	0,87	0,50	87/88	0,58	0,50	0,58	0,87	0,75
88/89	-	-	-	-	88/89	0,56	0,43	0,92	0,92	0,63
89/90	0,60	0,55	0,92	0,97	89/90	0,89	0,90	0,84	0,73	0,72
90/91	0,85	0,59	0,33	0,39	90/91	0,99	0,95	0,54	0,43	0,43
91/92	0,88	0,97	0,68	0,92	91/92	0,57	1,00	1,00	0,77	1,00
92/93	0,47	0,72	0,91	0,83	92/93	0,59	0,58	0,84	0,98	0,54
93/94	0,99	0,88	0,67	0,91	93/94	0,94	0,99	0,61	0,56	0,99
94/95	0,35	0,51	0,73	0,80	94/95	0,88	0,66	0,62	0,76	0,83
95/96	0,17	0,53	0,98	0,47	95/96	0,26	0,20	0,78	1,00	0,90
96/97	0,18	0,18	0,45	0,96	96/97	0,77	0,77	0,88	0,80	0,92
97/98	0,71	0,93	0,90	0,88	97/98	0,98	0,82	0,99	0,83	0,89
98/99	0,76	0,39	0,65	0,92	98/99	0,49	0,72	0,51	0,39	0,86
99/00	0,36	0,28	0,69	0,89	99/00	0,62	0,57	0,67	0,40	0,56
Média	0,54	0,53	0,69	0,69	Média	0,77	0,73	0,68	0,69	0,77
S*	0,23	0,24	0,24	0,22		0,20	0,22	0,21	0,26	0,18

*IP-30IP – início do pendoamento até 30 dias após IP

**s – desvio padrão

momento em que os agricultores e o setor agroindustrial podem planejar de forma mais adequada e racional a sua produção ao longo do tempo.

Deve-se considerar que, somente nos últimos dez anos, o Rio Grande do Sul perdeu cerca de 20 milhões de toneladas de grãos devido às estiagens. Estes cálculos são baseados em estimativas de rendimentos que são obtidos a partir da média de todas as regiões produtoras do Estado, onde muitas delas apresentam rendimentos ainda muito baixos. Caso os cálculos fossem baseados em rendimentos de regiões com maior produtividade, que é o que poderia acontecer com maior oferta de água, certamente a estimativa das perdas seria bem maior do que aquela

que consta nas estatísticas oficiais. Para citar como exemplo o ano agrícola 2000/2001, que apresentou precipitação pluvial acima da normal climatológica na maioria das regiões do Estado, vários municípios obtiveram um rendimento médio de grãos de milho acima de 5.000 kg.ha⁻¹ (BISOTTO, 2001). Existe, portanto, um grande potencial para aumento do rendimento. Algumas lavouras podem, certamente, dobrar seu rendimento com apenas uma ou duas irrigações durante o período crítico. Diversos trabalhos de pesquisa mostram que a suplementação hídrica durante o período crítico reduz a quebra de safra e a frustração do produtor, evitando os frequentes problemas de desabastecimento do produto para o suprimento da demanda.

Tabela 5. Consumo relativo de água (índice ETr/ETm) no período crítico do Milho (IP-30IP*), em diferentes anos e épocas de semeadura, para Rio Grande e Taquari, RS.

Ano	Rio Grande				Ano	Taquari				
	Época de semeadura					Época de semeadura				
	set	out	nov	dez		ago	set	out	Nov	Dez
75/76	0,29	0,52	0,70	0,47	75/76	0,61	0,88	0,81	0,86	0,50
76/77	0,83	0,98	0,97	0,81	76/77	0,95	0,96	0,93	1,00	1,00
77/78	0,31	0,21	0,65	0,94	77/78	0,78	0,71	0,77	0,93	0,70
78/79	0,69	0,38	0,16	0,72	78/79	1,00	0,88	0,50	0,10	0,38
79/80	0,87	0,74	0,56	0,57	79/80	1,00	1,00	0,90	0,75	0,68
80/81	0,41	0,42	0,73	0,96	80/81	0,96	1,00	0,69	0,88	0,96
81/82	0,57	0,36	0,11	0,41	81/82	0,89	0,81	0,66	0,36	0,88
82/83	-	-	-	-	82/83	0,97	0,89	0,88	0,60	0,77
83/84	0,53	0,76	0,94	0,95	83/84	0,78	0,51	0,41	0,99	0,87
84/85	0,24	0,36	0,60	0,47	84/85	0,88	0,76	0,60	0,56	0,39
85/86	0,22	0,44	0,97	0,81	85/86	0,32	0,27	0,31	0,62	0,63
86/87	0,82	0,84	0,46	0,59	86/87	0,89	0,90	1,00	0,93	0,91
87/88	0,72	0,63	0,84	0,41	87/88	0,98	0,76	0,84	0,95	0,68
88/89	0,53	0,57	0,42	0,24	88/89	0,89	0,90	0,79	0,92	0,75
89/90	0,12	0,20	0,57	0,98	89/90	0,81	0,60	0,40	0,74	0,80
90/91	0,42	0,19	0,11	0,53	90/91	0,82	0,75	0,55	0,46	0,41
91/92	-	-	-	-	91/92	0,80	0,90	0,92	0,77	0,96
92/93	0,72	0,82	0,71	0,72	92/93	0,91	0,85	0,89	0,89	0,66
93/94	0,64	0,47	0,43	0,91	93/94	0,88	0,96	0,71	0,69	1,00
94/95	0,74	0,88	0,57	0,99	94/95	0,78	0,79	0,78	0,99	1,00
95/96	0,44	0,81	0,90	0,69	95/96	0,70	0,42	0,55	1,00	0,93
96/97	0,66	0,40	0,62	0,91	96/97	0,81	0,76	0,42	1,00	0,98
97/98	0,75	1,00	1,00	1,00	97/98	1,00	0,79	0,85	0,89	0,89
98/99	0,63	0,91	1,00	0,75	98/99	0,68	0,69	0,44	0,95	1,00
99/00	-	-	-	-	99/00	0,90	0,98	0,64	0,83	0,65
					00/01	0,92	0,91	1,00	0,99	0,99
Média	0,55	0,59	0,64	0,72	Média	0,84	0,79	0,70	0,79	0,78
S**	0,22	0,26	0,28	0,23		0,15	0,18	0,20	0,23	0,20

*IP-30IP – início do pendramento até 30 dias após IP

**s – desvio padrão

Considerando-se que as semeaduras de setembro e outubro apresentam os menores valores de consumo relativo de água, deve-se dar preferência, nestes casos, à utilização de cultivares de ciclo superprecoce ou precoce, pois pelo fato de possuírem ciclo mais curto, podem “escapar” dos períodos de maior demanda atmosférica e menor disponibilidade de água. Esta recomendação também é válida para as semeaduras de agosto. Para semeaduras do tarde, deve-se aguardar condições adequadas de umidade do solo, visando proporcionar melhores condições para o estabelecimento da cultura. No caso de suplementação hídrica, em qualquer época de semeadura, deve-se sempre dar preferência ao período crí-

tico da cultura, pois é quando a irrigação apresenta maior eficiência.

Conclusões

Com base nos resultados apresentados, e para os locais analisados, pode-se concluir:

1. É normal a ocorrência de deficiência hídrica durante o período crítico do milho;
2. Pode-se esperar redução de rendimento de grãos de milho em quatro anos a cada dez;

Tabela 6. Consumo relativo de água (índice ETr/ETm) no período crítico do milho (IP-30IP*), em diferentes anos e épocas de semeadura, para Encruzilhada do Sul e Veranópolis, RS.

Ano	Encruzilhada do Sul				Ano	Veranópolis			
	Época de semeadura					Época de semeadura			
	set	out	nov	dez		set	out	Nov	dez
75/76	0,43	0,50	0,66	0,56	75/76	0,84	0,98	0,99	0,87
76/77	0,93	0,95	0,95	0,93	76/77	0,93	0,94	0,87	0,81
77/78	0,68	0,47	0,79	0,83	77/78	0,91	0,84	0,89	0,63
78/79	0,89	0,40	0,22	0,80	78/79	0,87	0,37	0,52	0,74
79/80	0,86	0,58	0,70	0,65	79/80	0,98	0,99	0,98	0,99
80/81	1,00	0,96	0,98	0,75	80/81	1,00	0,95	0,95	0,88
81/82	0,74	0,42	0,48	0,78	81/82	0,61	0,30	0,59	0,76
82/83	0,71	0,91	0,87	1,00	82/83	0,76	0,92	0,84	0,99
83/84	0,45	0,57	0,95	0,91	83/84	0,85	0,97	0,94	0,88
84/85	0,49	0,40	0,83	1,00	84/85	0,99	0,64	0,73	0,89
85/86	0,42	0,64	0,57	0,73	85/86	0,50	0,27	0,35	0,62
86/87	0,74	0,82	0,95	0,79	86/87	0,89	0,85	0,88	0,46
87/88	0,76	0,71	0,82	0,30	87/88	0,79	0,72	0,71	0,47
88/89	0,28	0,39	0,67	0,26	88/89	0,55	0,72	0,96	0,76
89/90	0,90	0,66	0,50	1,00	89/90	0,74	0,74	0,96	0,93
90/91	-	-	-	-	90/91	0,84	0,51	0,52	0,46
91/92	0,99	0,69	0,78	0,97	91/92	0,93	0,84	1,00	0,99
92/93	-	-	-	-	92/93	0,83	0,99	0,97	0,95
93/94	-	-	-	-	93/94	0,92	0,46	0,73	0,91
94/95	-	-	-	-	94/95	0,87	0,95	0,94	0,83
95/96	0,30	1,00	1,00	0,78	95/96	0,42	0,78	0,97	0,79
96/97	0,66	0,61	0,73	0,89	96/97	0,66	0,69	0,99	0,89
97/98	0,69	0,92	0,92	0,85	97/98	0,90	0,91	0,96	0,90
98/99	0,75	0,78	0,85	0,85	98/99	0,55	0,63	0,93	0,44
Média	0,68	0,67	0,76	0,78	Média	0,80	0,75	0,84	0,78
S**	0,22	0,21	0,20	0,21		0,16	0,23	0,18	0,18

*IP-30IP – início do pendoamento até 30 dias após IP

**s – desvio padrão

3. As semeaduras do cedo apresentam maior risco para a produção de milho;
4. O escalonamento da semeadura reduz os riscos por deficiência hídrica.

Referências bibliográficas

BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987. 93 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, INPE, 1987.

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/ FECOAFRO/RS, ago. 2001. 135 p. (Indicações Técnicas, n. 7).

MATZENAUER, R. **Modelos Agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. 172 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - UFRGS, 1994.

MATZENAUER, R. et al. Relações entre rendimento de milho e variáveis hídricas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 85-92, 1995a.

MATZENAUER, R. et al. Modelos agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do

Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 225-241, 1995b.

MATZENAUER, R. et al. Evapotranspiração da cultura do milho. II: Relações com a evaporação do tanque classe A, com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, em três épocas de semeadura.

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 15-21, 1998.

MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja, no Rio Grande do**

Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. (Boletim Técnico, no prelo).

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

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

Tabela 7. Número total de casos avaliados (anos x épocas) e índice ETr/ETm crítico (número e percentual) para a cultura do milho durante o período crítico, em dez locais do Rio Grande do Sul.

Local	n° de anos	n° de épocas	n° Total	ETr/ETm \leq 0,70	
				n°	%
Cruz Alta	20	4	80	31	38,8
Júlio de Castilhos	21	4	84	43	51,2
Passo Fundo	24	4	96	29	30,2
Santa Rosa	23	5	115	39	33,9
São Borja	23	5	115	44	38,3
São Gabriel	24	4	96	59	61,5
Taquari	26	5	130	38	29,2
Rio Grande	22	4	88	50	56,8
Encruzilhada do Sul	20	4	80	32	40,0
Veranópolis	24	4	96	24	25,0
Total	-	-	980	389	39,7

Obs.: Índice ETr/ETm crítico \leq 0,70;

Período crítico da cultura: do início do pendoamento a 30 dias após (IP-30IP)