

ISSN 0104-1347

Disponibilidade hídrica para a cultura da soja em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul

Water availability for soybean in years of El Niño, La Niña and neutral, in the climatic areas of the Planalto Médio and Depressão Central of Rio Grande do Sul State, Brazil

Ronaldo Matzenauer¹ e Cristiano Schacker Dos Anjos²

Resumo – Avaliaram-se as condições de disponibilidade hídrica para a cultura da soja em diversas épocas de semeadura, em anos de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, e em anos neutros, em duas regiões climáticas do Estado do Rio Grande do Sul. Foi realizado balanço hídrico decendial para determinação da evapotranspiração máxima (ETm), utilizando coeficientes de cultura, da evapotranspiração real (ETr) e da deficiência hídrica, para as localidades de Passo Fundo (28° 15' S; 52° 24' W, 709m de altitude), Cruz Alta (28° 38' S, 53° 36' W, 473m de altitude) – na região do Planalto Médio - Taquari (29° 48' S; 51° 49' W, 76m de altitude) e Santa Maria (29° 41' S, 53° 48' W, 153m de altitude) na região da Depressão Central. Os valores mais elevados de ETm e ETr foram verificados na região do Planalto Médio, na localidade de Passo Fundo, sendo os menores valores observados em Santa Maria, na Depressão Central. Como era esperado, as deficiências hídricas médias no ciclo completo da cultura, foram maiores em anos de La Niña, comparadas com anos de El Niño. No entanto, isto ocorreu, nas três épocas de semeadura, somente na região da Depressão Central. O resultado mais surpreendente é que, na maioria dos casos analisados, as deficiências hídricas médias no ciclo completo da soja foram maiores em anos neutros do que em anos de La Niña. Isto demonstra que ocorrem fortes estiagens não somente em eventos de La Niña, mas também em anos neutros e que, em alguns destes anos, os efeitos são mais severos. Os resultados mostram que, na maioria dos anos, ocorrem condições hídricas limitantes para a cultura da soja nas regiões avaliadas neste trabalho.

Palavras-chave: evapotranspiração máxima, evapotranspiração real, deficiência hídrica, *Glycine max*.

Abstract - The objective of this work was to evaluate the conditions of water availability for soybean cropping in several sowing dates, in years of occurrence of the phenomenon El Niño and La Niña, and in neutral years, in two climatic areas of the Rio Grande do Sul State. A water balance was used to estimate maximum evapotranspiration (ETm) (using the crop coefficient), real evapotranspiration (ETr) and water deficiency, in Passo Fundo (28° 15' S; 52° 24' W, 709m of altitude) and Cruz Alta (28° 38' S, 53° 36' W, 473m de altitude) sites – in the climatic area of the Planalto Médio - and Taquari (29° 48' S; 51° 49' W, 76m of altitude) and Santa Maria (29° 41' S, 53° 48' W, 153m de altitude) sites, in the climatic areas of the Depressão Central of Rio Grande do Sul State, Brazil. The values of maximum evapotranspiration and real evapotranspiration were higher in Passo Fundo, in the climatic area of Planalto Médio, and lower in Santa Maria, in the climatic area of the Depressão Central. As expected, the average water deficiency in the complete crop cycle was higher in years of La Niña, compared with years of El Niño. However, this append it the three sowing dates in the climatic area of the Depressão Central. The four sites presented water deficiency for soybean on the average of the three events, with the largest values observed at Cruz Alta. The result most surprising is that in the majority of the cases, the average water deficiency in the complete cycle, had been bigger in neutral years of that in years of La Niña. Therefore, that strong water deficiency occurs not only in events of La Niña, but also in neutral years, and in some of these years, the effect are more severe. The result showed that in the most of the years occurs limiting water conditions for soybean in the climatic areas evaluated in this work.

Key words: maximum evapotranspiration, real evapotranspiration, water deficiency, *Glycine max*.

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

²Estudante de Agronomia da UFRGS, Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia – FEPAGRO/SCT.

Introdução

A produção de soja no Rio Grande do Sul apresenta grande variabilidade, devido às oscilações no rendimento de grãos entre locais e anos. A variabilidade na distribuição das chuvas é o principal fator limitante à expressão do potencial de rendimento da cultura no Sul do Brasil (CUNHA et al., 1998). Nas últimas sete safras, verificaram-se reduções significativas em quatro anos agrícolas (1995/96, 1996/97, 1998/99 e 1999/2000) com quebras na produção de 1,27; 1,23; 1,79 e 1,34 milhões de toneladas, respectivamente. Essas reduções se devem, em parte, ao elevado consumo de água da cultura, com um valor médio de 824mm no ciclo completo (BERLATO et al., 1986) e, em parte, ao regime pluviométrico do Estado, que se caracteriza pela insuficiente quantidade de chuvas durante o período crítico de desenvolvimento das culturas de primavera-verão, além da má distribuição das chuvas, o que agrava o problema.

Segundo FONTANA & BERLATO (1996), nos últimos anos tem-se associado as variações interanuais do tempo e clima, em diversas regiões do globo, ao fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), sendo o mesmo relacionado a mudanças oceânicas e atmosféricas que ocorrem na região equatorial do Oceano Pacífico Tropical. Diversos estudos têm demonstrado a relação entre o fenômeno ENOS e a variabilidade da chuva no sul da América do Sul (RAO & HADA, 1990; STUDZINSKY, 1995). Nessa região, a fase quente do evento está associada ao aumento da precipitação, enquanto que a fase fria normalmente determina precipitações abaixo dos valores normais.

FONTANA & BERLATO (1996) avaliaram a influência do fenômeno ENOS sobre a precipitação e sobre o rendimento de milho no Rio Grande do Sul. Verificaram desvios positivos da média de precipitação nos meses de setembro e outubro e desvios negativos nos meses de novembro a abril, para as localidades de Passo Fundo e Cruz Alta. Os meses com desvios negativos de precipitação coincidem com os meses mais críticos para as culturas de primavera-verão. É nessa época que as culturas estão em pleno desenvolvimento, coincidindo com elevada demanda evaporativa da atmosfera, e, portanto, alto consumo de água e máxima sensibilidade ao déficit hídrico. Os autores concluíram que a variabilidade da precipitação no Rio Grande do Sul está relacionada ao fenômeno ENOS e essa variabilidade tem influência sobre o rendimento da cultura do milho no Estado.

Neste trabalho, teve-se, como objetivo, avaliar as condições de disponibilidade hídrica para a cultura da soja em diversas épocas de semeadura, em anos de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, e em anos neutros, em duas regiões climáticas do Estado do Rio Grande do Sul.

Material e métodos

Foram calculados balanços hídricos decendiais pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), com CAD de 100mm, utilizando-se a evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) estimada pelos coeficientes de cultura (K_c) (BERLATO et al., 1986), segundo a relação:

$$ET_m = K_c \cdot ETo \quad (1)$$

onde ETo é a evapotranspiração de referência calculada pelo método de PENMAN (1956). Os cálculos foram feitos para as localidades de Passo Fundo (28° 15' S, 52° 24' W e 709m de altitude), Cruz Alta (28° 38' S, 53° 36' W e 473m de altitude) - na região do Planalto Médio - Taquari (29° 48' S, 51° 49' W e 76m de altitude) e Santa Maria (29° 41' S, 53° 48' W e 153m de altitude) na região da Depressão Central, respectivamente para os períodos 1961/62-2001/02, 1975/76-2001/02, 1963/64-2001/02 e 1975/76-2001/02. Os dados meteorológicos foram obtidos no Banco de Dados da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/SCT e na EMBRAPA Trigo. O período inicial dos quatro locais analisados não são coincidentes, porque a disponibilidade de dados meteorológicos em cada local é distinta.

As determinações de evapotranspiração máxima (ET_m), evapotranspiração real (ET_r) e deficiência hídrica (D) foram realizadas para as épocas de semeadura de outubro, novembro e dezembro, iniciadas no primeiro dia de cada mês, nos seguintes subperíodos:

S1 - da semeadura até a 1ª folha trifoliolada desenvolvida (S-V₂);

S2 - de V₂ até o início da floração (V₂-R₁);

S3 - de R₁ até o início do enchimento de grãos (R₁-R₅);

S4 - de R₅ até a maturação fisiológica (R₅-R₇);

S5 - no ciclo completo (S-R₇).

Na Tabela 1, é apresentada a relação dos anos em que ocorreram os eventos de El Niño, La Niña e

Tabela 1. Relação dos anos em que ocorreram eventos de El Niño e La Niña, e anos neutros, no período 1961/62 a 2001/02.

Evento	Anos
La Niña	64/65, 70/71, 71/72, 73/74, 74/75, 75/76, 84/85, 88/89, 95/96, 98/99, 99/00 – 11 anos.
El Niño	63/64, 65/66, 68/69, 69/70, 72/73, 76/77, 77/78, 79/80, 82/83, 86/87, 87/88, 91/92, 94/95, 97/98 – 14 anos.
Anos Neutros	61/62, 62/63, 66/67, 67/68, 78/79, 80/81, 81/82, 83/84, 85/86, 89/90, 90/91, 92/93, 93/94, 96/97, 2000/01, 2001/02 – 16 anos.

neutros, segundo TRENBERTH (1997), complementados com dados obtidos na página eletrônica do CPTEC/INPE (2003).

Resultados e discussão

Os valores mais elevados de evapotranspiração máxima (ET_m) e evapotranspiração real (ET_r) foram verificados na região do Planalto Médio, na localidade de Passo Fundo (Tabela 2), sendo os menores valores observados em Santa Maria, na Depressão Central (Tabela 3). Os valores de ET_m por exemplo, variaram de 593mm na semeadura de dezembro em Santa Maria, a 861mm na semeadura de outubro em Passo Fundo, na média do período, no ciclo completo da soja. Em trabalho realizado na Depressão Central do Rio Grande do Sul (BERLATO et al., 1986), foi determinado um valor de 827mm de evapotranspiração máxima durante o ciclo completo da cultura da soja, numa média de cinco anos, para a semeadura de novembro. Como era de se esperar, a ET_m média foi maior em anos de La Niña, quando comparado com anos de El Niño, sendo os resultados semelhantes entre eventos de La Niña e anos neutros. Este resultado foi observado, com maior destaque, nas localidades de Taquari e Santa Maria, na região da Depressão Central sendo que em Passo Fundo, no Planalto Médio, os valores médios entre os eventos apresentaram poucas diferenças. O mesmo comportamento não foi observado na localidade de Cruz Alta, na região do Planalto Médio, na qual em anos de El Niño os valores de ET_m foram maiores que em anos de La Niña nas três épocas de semeadura, sendo maiores também que na média dos anos neutros. Durante o subperíodo crítico da soja – do início da floração até o início do enchimento de grãos (S3) - foram registrados os maiores valores de consumo de água da soja, com dados variando de 223mm, na semeadura de dezembro em Cruz Alta, a 319mm, na semeadura de outubro, em Passo Fundo. Os valores

mais altos de ET_m durante o ciclo da soja, segundo BERLATO et al. (1986), coincidem com o período em que a cultura atinge sua máxima altura e seu índice de área foliar máximo.

As deficiências hídricas médias totais no ciclo da cultura variaram de 118mm na semeadura de dezembro em Passo Fundo, a 280mm na semeadura de outubro em Cruz Alta. Como era esperado, as deficiências hídricas médias, no ciclo completo, foram maiores em anos de La Niña, quando comparadas com anos de El Niño. No entanto, isso ocorreu nas três épocas de semeadura somente na região da Depressão Central (Tabela 3). Na região do Planalto Médio, as deficiências médias no ciclo em anos de La Niña foram maiores que em anos de El Niño somente nas semeaduras de outubro em Cruz Alta, e outubro e novembro em Passo Fundo, sendo menores na semeadura de dezembro. A semeadura de dezembro caracteriza-se como a de menor risco à produção de grãos de soja, visto que apresenta os menores valores de deficiência hídrica durante o subperíodo crítico da cultura, independente do evento. O resultado mais surpreendente, é que na maioria dos casos, as deficiências hídricas médias no ciclo completo da soja, foram maiores em anos neutros do que em anos de La Niña. Em alguns desses anos verificaram-se as maiores deficiências hídricas, com valores maiores que 400mm no ciclo completo da soja (Tabelas 4 e 5). Resultados semelhantes foram encontrados por MATZENAUER & MACHADO (2002) para a cultura do milho, nas localidades de Passo Fundo e Taquari, principalmente nas épocas de semeadura de outubro em diante. Isto demonstra que, em anos neutros, existe maior variabilidade na altura e na distribuição das precipitações pluviais e que, portanto, ocorrem estiagens mais severas nesses anos, como aconteceu, por exemplo, nos anos agrícolas de 1978/79, 1985/86 e 1990/91. Isto pode ser verificado pelos valores de deficiência hídrica observados durante os anos neutros, em que foram registrados tanto valores baixos

Tabela 2. Evapotranspiração máxima (ETm), Evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D), para a cultura da soja em três épocas de semeadura, em anos de La Niña, El Niño e neutros. Região Climática do Planalto Médio, RS. Valores médios do período (mm).

Época	Cruz Alta					Passo Fundo				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
	ETm					ETm				
	La Niña									
01/Out	37	275	297	192	801	39	286	300	219	843
01/Nov	47	239	252	168	706	49	232	286	187	754
01/Dez	54	172	223	151	600	52	181	253	178	665
	El Niño									
01/Out	36	275	301	214	826	38	265	300	215	819
01/Nov	46	232	283	184	744	44	225	279	188	737
01/Dez	53	182	246	181	663	52	179	249	185	665
	Neutro									
01/Out	35	272	296	201	803	37	284	319	221	861
01/Nov	45	226	273	172	717	49	239	297	191	775
01/Dez	52	179	232	170	633	55	193	255	186	689
	ETr					ETr				
	La Niña									
01/Out	36	191	149	144	520	38	216	194	170	618
01/Nov	45	155	171	132	503	47	188	210	143	588
01/Dez	47	130	177	127	480	51	152	203	142	547
	El Niño									
01/Out	35	227	174	137	574	38	228	228	160	653
01/Nov	44	176	180	113	512	43	193	209	139	583
01/Dez	50	139	166	116	471	49	161	190	138	538
	Neutro									
01/Out	34	209	148	143	534	37	228	191	147	602
01/Nov	44	167	168	126	505	48	196	180	132	555
01/Dez	47	119	166	118	450	53	147	174	118	492
	D					D				
	La Niña									
01/Out	1	84	147	48	280	1	70	106	49	225
01/Nov	2	83	82	36	203	2	43	77	44	166
01/Dez	7	42	46	24	119	2	30	50	36	118
	El Niño									
01/Out	1	47	127	76	251	1	38	72	55	166
01/Nov	1	56	103	71	232	1	33	71	49	153
01/Dez	3	43	80	65	192	3	17	59	48	127
	Neutros									
01/Out	0	63	147	58	269	0	56	128	74	259
01/Nov	2	59	105	46	212	1	43	117	59	220
01/Dez	5	60	66	52	183	2	46	81	68	197

S1 – semeadura - 1° folha trifoliolada desenvolvida; S2 - 1° folha trifoliolada - início da floração; S3 – início da floração - início de enchimento de grãos; S4 – início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 – semeadura – maturação fisiológica.

Tabela 3. Evapotranspiração máxima (ETm), Evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D), para a cultura da soja em três épocas de semeadura, em anos de La Niña, El Niño e neutros. Região Climática da Depressão Central, RS. Valores médios do período (mm).

Época	Santa Maria					Taquari				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
	ETm					ETm				
	La Niña									
01/Out	38	206	299	203	746	36	207	291	225	759
01/Nov	49	167	278	181	675	48	163	289	195	695
01/Dez	76	128	239	164	607	74	125	264	167	630
	El Niño									
01/Out	34	176	272	211	694	35	172	275	214	696
01/Nov	40	151	268	180	639	40	152	276	179	647
01/Dez	70	115	249	160	593	71	116	249	164	600
	Neutro									
01/Out	33	187	296	226	742	32	187	290	234	744
01/Nov	43	158	302	183	685	42	154	303	193	693
01/Dez	73	131	264	163	631	71	129	273	173	646
	ETr					ETr				
	La Niña									
01/Out	36	155	149	150	490	35	162	166	158	520
01/Nov	45	118	179	108	449	45	136	189	129	500
01/Dez	62	89	177	115	444	69	96	190	119	474
	El Niño									
01/Out	34	153	197	145	529	33	157	187	154	531
01/Nov	38	129	197	127	490	39	129	190	134	493
01/Dez	66	101	179	119	465	66	97	188	121	471
	Neutros									
01/Out	33	156	155	146	490	32	164	152	149	497
01/Nov	41	130	156	141	468	41	128	165	133	467
01/Dez	67	84	176	113	440	64	81	175	127	447
	D					D				
	La Niña									
01/Out	2	51	150	54	256	1	45	126	68	239
01/Nov	4	49	99	73	226	3	27	100	65	195
01/Dez	14	39	62	49	163	4	29	74	49	156
	El Niño									
01/Out	1	22	75	66	164	1	16	89	60	165
01/Nov	3	22	71	53	149	1	23	85	45	155
01/Dez	4	14	70	41	129	5	19	62	43	129
	Neutros									
01/Out	1	31	141	80	252	0	24	138	85	247
01/Nov	2	28	146	42	218	2	26	138	60	226
01/Dez	6	47	88	50	191	7	48	99	45	199

S1 – semeadura - 1º folha trifoliolada desenvolvida; S2 - 1º folha trifoliolada - início da floração; S3 – início da floração - início de enchimento de grãos; S4 – início do enchimento de grãos - maturação fisiológica; S5 – semeadura – maturação fisiológica.

como valores altos, apresentando maior desvio padrão calculado em relação aos anos de La Niña e El Niño (Tabelas 4 e 5).

Considerando-se as deficiências hídricas médias ocorridas durante o período crítico (Tabelas 2 e 3), que são aquelas que causam maior impacto sobre o rendimento de grãos da soja, verifica-se uma certa coerência, pois em todos os casos analisados, com exceção de Cruz Alta, os menores valores médios foram observados em anos de El Niño, sendo as mai-

ores diferenças obtidas na semeadura de outubro. Em Cruz Alta, no entanto, isto aconteceu apenas na semeadura de outubro, sendo que nas semeaduras de novembro e dezembro, os menores valores ocorreram na média dos eventos de La Niña (Tabela 2).

Conforme observado para o ciclo completo, no período crítico as deficiências hídricas também foram maiores em anos neutros, quando comparadas com eventos de La Niña.

Tabela 4. Deficiência hídrica total (mm) no ciclo da soja, nas três épocas de semeadura em anos de La Niña, El Niño e neutros, para a Região Climática do Planalto Médio, RS.

	Época				Época				Época			
	Ano	Out	Nov	Dez	Ano	Out	Nov	Dez	Ano	Out	Nov	Dez
Cruz Alta	La Niña				El Niño				Neutros			
	75/76	131	90	64	76/77	187	180	141	78/79	480	403	346
	84/85	489	404	271	77/78	412	428	475	80/81	61	45	90
	88/89	280	215	102	79/80	384	372	354	81/82	358	337	354
	95/96	364	218	101	82/83	239	188	93	83/84	245	198	145
	98/99	209	129	82	86/87	194	197	147	85/86	592	415	241
	99/2000	210	163	95	87/88	337	371	289	89/90	237	127	73
					91/92	166	59	31	90/91	485	523	570
					94/95	279	237	164	92/93	184	128	104
					97/98	66	54	29	93/94	151	134	109
									96/97	120	56	45
									2000/01	54	37	31
									2001/02	258	142	91
		Média	280	203	119	Média	251	232	192	Média	269	212
	DesPad	118	100	69	DesPad	106	127	143	DesPad	168	158	156
Passo Fundo	La Niña				El Niño				Neutros			
	64/65	188	159	133	63/64	136	168	140	61/62	204	191	159
	70/71	149	83	63	65/66	28	23	29	62/63	319	204	127
	71/72	233	129	49	68/69	188	178	142	66/67	170	148	129
	73/74	133	59	37	69/70	388	326	205	67/68	250	282	252
	75/76	172	177	155	72/73	120	107	90	78/79	486	442	369
	84/85	407	321	209	76/77	75	44	50	80/81	112	110	184
	88/89	100	29	33	77/78	300	336	293	81/82	307	327	398
	95/96	292	201	128	79/80	133	139	142	83/84	208	189	135
	98/99	266	263	191	82/83	252	199	106	85/86	631	491	370
	99/2000	311	238	178	86/87	243	245	181	89/90	167	62	41
					87/88	220	221	245	90/91	364	358	371
					91/92	93	52	40	92/93	64	39	26
					94/95	80	58	102	93/94	198	188	166
				97/98	68	47	12	96/97	241	235	240	
								2000/01	149	75	30	
								2001/02	266	184	152	
	Média	225	166	118	Média	166	153	127	Média	259	220	197
	DesPad	90	89	64	DesPad	99	100	80	DesPad	138	127	121

DesPad – desvio padrão da média

Conclusões

Em anos neutros as deficiências hídricas da cultura da soja são maiores que em anos de La Niña, na maioria dos casos;

Em anos de El Niño as deficiências hídricas são, geralmente, menores que em anos de La Niña;

Durante o subperíodo do início da floração até o início do enchimento de grãos ocorrem as maiores deficiências hídricas;

A semeadura de dezembro apresenta menor risco à produção de grãos, sendo a época de outubro, a de maior risco;

Ocorrem condições hídricas limitantes para a cultura da soja, em praticamente todos os anos.

Referências bibliográficas

BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.;
BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela

Tabela 5. Deficiência hídrica total (mm) no ciclo da soja, nas três épocas de semeadura em anos de La Niña, El Niño e neutros, para a Região Climática da Depressão Central, RS.

	Ano	Época			Ano	Época			Ano	Época		
		Out	Nov	Dez		Out	Nov	Dez		Out	Nov	Dez
		La Niña				El Niño				Neutros		
Santa Maria	75/76	180	162	128	76/77	98	71	54	78/79	361	363	377
	84/85	213	208	144	77/78	116	179	201	80/81	139	93	111
	88/89	237	293	256	79/80	286	277	232	81/82	280	174	127
	95/96	325	187	101	82/83	130	104	84	83/84	281	259	217
	98/99	254	208	135	86/87	130	113	90	85/86	508	386	273
	99/2000	329	299	213	87/88	208	231	236	89/90	163	125	85
					91/92	235	106	59	90/91	409	446	482
					94/95	246	226	175	92/93	166	129	104
					97/98	31	32	28	93/94	191	187	156
									96/97	237	186	154
									2000/01	55	56	42
									2001/02	235	212	164
		Média	256	226	163	Média	164	149	129	Média	252	218
	DesPad	55	52	54	DesPad	78	78	77	DesPad	121	117	123
Taquari	64/65	270	206	208	63/64	311	375	378	66/67	94	105	131
	70/71	193	89	24	65/66	175	132	66	67/68	278	219	161
	71/72	250	185	101	68/69	162	109	61	78/79	383	412	395
	73/74	283	221	160	69/70	337	372	304	80/81	114	121	156
	74/75	189	149	112	72/73	268	203	149	81/82	296	281	241
	75/76	261	227	198	76/77	58	31	29	83/84	287	255	214
	84/85	393	433	371	77/78	161	154	140	85/86	492	393	280
	88/89	150	151	125	79/80	108	136	142	89/90	322	253	192
	95/96	189	119	97	82/83	208	182	116	90/91	343	343	360
	98/99	245	181	153	86/87	76	86	87	92/93	106	107	108
	99/2000	209	186	165	87/88	128	125	129	93/94	211	200	172
					91/92	88	92	99	96/97	210	160	114
					94/95	159	102	62	2000/01	55	44	19
				97/98	71	65	46	2001/02	262	274	238	
	Média	239	195	156	Média	165	155	129	Média	247	226	199
	DesPad	63	85	84	DesPad	85	99	95	DesPad	119	107	97

DesPad – desvio padrão da média

equação de Penman, evaporação do tanque classe A e radiação solar global. **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p.251-259, 1986.

CUNHA, G.R. 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.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 39-46, 1996.

INPE-CPTEC. **Tabela de anos com El Niño/La Niña**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/enos>. Acesso em: abril/2003.

MATZENAUER, R.; MACHADO, F.A. Disponibilidade hídrica para a cultura do milho em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 67-74, 2002.

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

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil, annual variation and correlation with the southern oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 2, p. 81-91, 1990.

STUDZINSKY, C. D. **Um estudo da precipitação na Região Sul do Brasil e sua relação com os oceanos Pacífico e Atlântico Tropical Sul**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1995. 79 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, 1995.

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

TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 12, p. 2771-2777, 1997.