

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A CULTURA DO GIRASSOL NA REGIÃO DE PASSO FUNDO, RIO GRANDE DO SUL

RONALDO MATZENAUER <sup>1</sup>, JAIME R. T. MALUF <sup>2</sup>, CAMILA B. CARPENEDO <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, pesquisador do Centro de Meteorologia Aplicada - Fepagro/SCT. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060. Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, M.Sc., pesquisador do Centro de Meteorologia Aplicada - Fepagro/SCT.

<sup>3</sup> Estudante de Geografia da UFRGS, bolsista do projeto Geosafas, Centro de Meteorologia Aplicada - Fepagro/SCT

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade hídrica para a cultura do girassol na região de Passo Fundo, no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, em três épocas de semeadura. As necessidades hídricas da cultura foram estimadas em diferentes subperíodos, utilizando-se coeficientes de cultura obtidos regionalmente 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 de evapotranspiração máxima no ciclo da cultura variaram de 385 mm a 578 mm. A evapotranspiração real variou de 258mm a 508mm. Em todos os anos ocorreu deficiência hídrica durante o ciclo da cultura. Os valores totais médios de deficiência hídrica no ciclo do girassol foram de 75mm, 85mm e 81mm, respectivamente, para as épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro. Os maiores valores de deficiência hídrica ocorreram durante a floração e enchimento de grãos da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** evapotranspiração; deficiência hídrica.

### WATER AVAILABILITY FOR SUNFLOWER CROP IN PASSO FUNDO REGION, RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

**ABSTRACT:** With the aim of analyze the water availability for sunflower crop in Passo Fundo, Rio Grande do Sul State, Brazil, at different sowing dates, this work was performed being used a historical series of about 45 years of meteorological data. The water needs of the crop was evaluated at different sub periods, using crop coefficients locally obtained from relation between the crop evapotranspiration (ET<sub>m</sub>) and the reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>), calculated by Penman's formula. The medium values of total evapotranspiration in the complete crop cycle varied from 385 mm to 578 mm. The real evapotranspiration varied from 258mm to 508mm. It was verified that in this locals, it is common water deficiency for the sunflower crop, with medium total values in the cycle varying from 75 mm to 85 mm, in the tree sowing data. The highest values of water deficiency where observed in periods of flowering and grain felling.

**KEY WORDS:** evapotranspiration, water deficiency

**INTRODUÇÃO:** Uma característica da produção agrícola no Rio Grande do Sul, é a variabilidade dos rendimentos, sendo a principal causa, a baixa disponibilidade hídrica para as culturas. A cultura do girassol apresenta ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, sendo uma boa alternativa para o produtor. Entre os fatores que afetam sua produtividade, destaca-se o clima condicionando o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (SENTELHAS et al., 1994), a duração dos subperíodos de desenvolvimento (SILVEIRA et al., 1990) e o rendimento de grãos (SANGOI & SILVA, 1985).

SIONIT et al. (1973) salientam a importância da umidade do solo no desenvolvimento e no rendimento do girassol, ressaltando que a produção e a qualidade de grãos são negativamente afetados, ainda que o déficit hídrico na zona radicular seja pequeno, e que o rendimento máximo é alcançado quando o solo encontra-se em capacidade de campo.

MATZENAUER et al. (1998), determinaram a evapotranspiração máxima do girassol para a Depressão Central do Rio Grande do Sul, durante quatro anos. A ET<sub>m</sub> total no ciclo, variou de 372 mm a 488 mm, com média de 408 mm. O subperíodo do início ao final da floração apresentou o maior consumo diário, com uma média de 6,5 mm dia<sup>-1</sup>. DOOREMBOS & KASSAM (1979), no entanto, citam valores de ET<sub>m</sub> entre 600 a 1000 mm.

Este trabalho teve como objetivo, avaliar a disponibilidade hídrica para a cultura do girassol na região de Passo Fundo, Planalto Médio do Rio Grande do Sul, determinando a evapotranspiração máxima, a evapotranspiração real e a deficiência hídrica.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram calculados balanços hídricos decendiais pelo método de THORNTON & MATHER (1955), período 1961 - 2005, para a localidade de Passo Fundo (28° 15'41'' de latitude sul, 52° 24'45'' de longitude oeste e 709m de altitude), localizada na região climática do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>), foi calculada utilizando-se coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>) determinados regionalmente (MATZENAUER et al., 1999), segundo a relação:  $K_c = ET_m/ET_o$

sendo, ET<sub>o</sub> a evapotranspiração de referência calculada pelo método de PENMAN (1956).

As determinações de evapotranspiração máxima do girassol (ET<sub>m</sub>), evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e deficiência hídrica, foram feitas para as épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro, iniciadas no dia primeiro de cada mês, nos seguintes períodos de desenvolvimento da cultura: 1 - da semeadura até 20 dias após a emergência; 2 - de 20 dias após a emergência até o início da diferenciação do primórdio floral; 3 - do início da diferenciação do primórdio floral até o final da antese; 4 - do final da antese até a maturação fisiológica; 5 - no ciclo completo, da semeadura à maturação fisiológica.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) no ciclo completo do girassol variou de 385mm a 560mm na época de semeadura de setembro (tabela 1), de 395mm a 562mm na semeadura de outubro (tabela 2) e de 412mm a 578mm na época de novembro (tabela 3), com valores médios de 469mm para as duas primeiras épocas e de 478mm para a última época. Os valores médios obtidos neste trabalho são superiores ao verificado por MATZENAUER et al. (1998) para a localidade de Taquari no Rio Grande do Sul (408mm) e inferiores aos valores citados por DOOREMBOS e KASSAM (1979), entre 600mm e 1000mm.

A evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) oscilou entre 258mm e 508mm na semeadura de setembro, 269mm e 485 na época de outubro e 266mm a 471mm na de novembro, com valores médios respectivamente de 394mm, 385mm e 397mm. Verifica-se tanto para ET<sub>m</sub> como para ET<sub>r</sub>, valores médios no ciclo muito próximos para as diferentes épocas de

semeadura, havendo, portanto, pouco efeito da época de semeadura. Praticamente todos os anos avaliados no trabalho, apresentaram deficiência hídrica no ciclo completo do girassol, sendo que as maiores deficiências foram verificadas nos anos agrícolas de 1962/63, 1978/79, 1984/85, 1985/86, 1990/91, 1995/96 e 2004/05.

Tabela 1. Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D), valores totais em mm, em diferentes subperíodos\* e no ciclo do girassol. Passo Fundo, RS, período 1961/62-2005/06. Época de semeadura de setembro.

Ano subperíodo	ETm					ETr					D				
	1	2	3	4	ciclo	1	2	3	4	ciclo	1	2	3	4	ciclo
1961/62	30	132	110	151	423	30	127	103	122	382	0	5	7	29	41
1962/63	49	145	134	163	491	47	113	57	87	304	2	32	77	76	187
1963/64	35	109	107	138	389	35	109	107	138	389	0	0	0	0	0
1964/65	38	154	115	140	447	38	128	91	118	375	0	26	24	22	72
1965/66	44	155	101	118	418	44	148	88	118	398	0	7	13	0	20
1966/67	48	139	115	129	431	45	128	67	127	367	3	11	48	2	64
1967/68	44	141	98	166	449	43	117	80	122	362	1	24	18	44	87
1968/69	46	135	126	149	456	39	135	66	90	330	7	0	60	59	126
1969/70	51	147	125	164	487	51	134	78	72	335	0	13	47	92	152
1970/71	51	152	126	148	477	51	128	27	148	354	0	24	99	0	123
1971/72	56	153	142	157	508	56	142	60	148	406	0	11	82	9	102
1972/73	57	139	102	160	458	57	138	102	141	438	0	1	0	19	20
1973/74	43	140	125	123	431	43	138	79	98	358	0	2	46	25	73
1974/75	55	168	119	142	484	51	133	102	142	428	4	35	17	0	56
1975/76	48	146	134	140	468	48	131	120	122	421	0	15	14	18	47
1976/77	53	172	137	169	531	53	172	115	168	508	0	0	22	1	23
1977/78	58	156	127	152	493	58	148	121	133	460	0	8	6	19	33
1978/79	58	161	122	161	502	55	158	111	115	439	3	3	11	46	63
1979/80	53	145	109	120	427	52	145	108	120	425	1	0	1	0	2
1980/81	53	140	122	148	463	53	140	101	145	439	0	0	21	3	24
1981/82	46	156	126	153	481	46	154	111	141	452	0	2	15	12	29
1982/83	52	143	99	153	447	51	143	88	93	375	1	0	11	60	72
1983/84	49	151	123	159	482	49	151	78	129	407	0	0	45	30	75
1984/85	50	152	98	160	460	49	123	25	99	296	1	29	73	61	164
1985/86	46	173	162	179	560	45	98	52	63	258	1	75	110	116	302
1986/87	54	163	135	155	507	53	144	102	101	400	1	19	33	54	107
1987/88	50	145	132	147	474	50	144	84	112	390	0	1	48	35	84
1988/89	45	182	131	156	514	41	161	115	111	428	4	21	16	45	86
1989/90	46	168	126	160	500	46	156	96	117	415	0	12	30	43	85
1990/91	43	131	117	150	441	43	131	98	109	381	0	0	19	41	60
1991/92	51	153	120	145	469	44	132	91	145	412	7	21	29	0	57
1992/93	51	145	124	163	483	51	145	115	145	456	0	0	9	18	27
1993/94	45	163	109	155	472	40	163	109	147	459	5	0	0	8	13
1994/95	52	121	129	154	456	52	121	104	135	412	0	0	25	19	44
1995/96	40	158	132	160	490	35	137	91	42	305	5	21	41	118	185
1996/97	51	146	142	143	482	49	146	74	110	379	2	0	68	33	103
1997/98	51	114	119	159	443	51	114	119	121	405	0	0	0	38	38
1998/99	37	142	153	145	477	37	138	95	100	370	0	4	58	45	107
1999/00	58	134	135	153	480	58	122	94	126	400	0	12	41	27	80
2000/01	51	152	137	147	487	51	152	86	83	372	0	0	51	64	115
2001/02	44	166	133	154	497	44	139	99	154	436	0	27	34	0	61
2002/03	48	118	106	113	385	48	118	91	113	370	0	0	15	0	15
2003/04	53	157	128	132	470	52	155	128	132	467	1	2	0	0	3
2004/05	47	148	118	151	464	46	146	88	82	362	1	2	30	69	102
2005/06	38	117	133	146	434	38	113	129	116	396	0	4	4	30	38
Média	48	147	124	150	469	47	137	92	118	394	1	10	32	32	75

\*Subperíodos: 1-Semeadura-20 dias após a emergência; 2-20 dias após a emergência-início da diferenciação do primórdio floral; 3-início da diferenciação do primórdio floral-final da antese; 4-final da antese-maturação fisiológica; ciclo-semeadura-maturação fisiológica.

A deficiência média observada no ciclo completo apresentou pouca variação entre as épocas de semeadura (de 75mm a 85mm). O subperíodo crítico da cultura ao déficit hídrico, compreendido entre o início da diferenciação do primórdio floral e o final da antese – subperíodo 3, apresentou as maiores deficiências hídricas médias, juntamente com o subperíodo 4 - final da antese até a maturação fisiológica (tabelas 1 a 3).

Os resultados demonstram que a deficiência hídrica é um fator limitante à obtenção de altos rendimentos de grãos na cultura do girassol na região de Passo Fundo. Os dados deste trabalho servem de subsídio ao aperfeiçoamento do zoneamento agroclimático para a cultura na região e para a recomendação das necessidades de irrigação, visando reduzir os riscos da cultura ao déficit hídrico.

Tabela 2. Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D), valores totais em mm, em diferentes subperíodos\* e no ciclo do girassol. Passo Fundo, RS, período 1961/62-2005/06. Época de semeadura de outubro.

Ano	ETm					ETr					D				
	Subperíodo	1	2	3	4	ciclo	1	2	3	4	ciclo	1	2	3	4
1961/62	57	112	137	139	445	57	111	100	132	400	0	1	37	7	45
1962/63	63	133	138	150	484	63	97	82	63	305	0	36	56	87	179
1963/64	49	104	111	160	424	49	104	109	126	388	0	0	2	34	36
1964/65	66	121	125	142	454	62	107	91	117	377	4	14	34	25	77
1965/66	71	107	95	142	415	70	104	95	142	411	1	3	0	0	4
1966/67	57	122	111	141	431	57	94	111	126	388	0	28	0	15	43
1967/68	58	107	138	161	464	54	101	111	98	364	4	6	27	63	100
1968/69	59	124	143	115	441	59	87	62	108	316	0	37	81	7	125
1969/70	64	125	151	150	490	61	99	37	136	333	3	26	114	14	157
1970/71	62	131	137	126	456	59	71	137	120	387	3	60	0	6	69
1971/72	68	140	132	145	485	66	102	111	126	405	2	38	21	19	80
1972/73	58	111	137	146	452	58	111	104	135	408	0	0	33	11	44
1973/74	62	126	113	129	430	62	99	72	128	361	0	27	41	1	69
1974/75	71	128	127	133	459	56	126	126	130	438	15	2	1	3	21
1975/76	59	137	122	140	458	59	132	115	106	412	0	5	7	34	46
1976/77	72	145	150	135	502	72	138	149	126	485	0	7	1	9	17
1977/78	71	127	136	155	489	68	127	103	116	414	3	0	33	39	75
1978/79	68	130	144	184	526	68	123	88	50	329	0	7	56	134	197
1979/80	58	119	96	158	431	58	119	96	151	424	0	0	0	7	7
1980/81	58	125	134	142	459	58	115	130	135	438	0	10	4	7	21
1981/82	69	127	140	157	493	69	127	133	126	455	0	0	7	31	38
1982/83	66	102	130	153	451	66	95	54	128	343	0	7	76	25	108
1983/84	69	126	133	147	475	69	103	87	128	387	0	23	46	19	88
1984/85	75	102	138	174	489	70	59	63	93	285	5	43	75	81	204
1985/86	73	162	160	167	562	58	90	55	66	269	15	72	105	101	293
1986/87	77	128	134	140	479	73	112	92	104	381	4	16	42	36	98
1987/88	63	132	137	151	483	63	114	85	123	385	0	18	52	28	98
1988/89	76	141	138	142	497	76	135	102	142	455	0	6	36	0	42
1989/90	69	135	148	128	480	69	125	93	121	408	0	10	55	7	72
1990/91	58	117	128	173	476	58	104	108	32	302	0	13	20	141	174
1991/92	65	125	127	154	471	61	114	125	142	442	4	11	2	12	29
1992/93	60	128	138	152	478	60	126	128	126	440	0	2	10	26	38
1993/94	68	121	125	176	490	68	121	125	109	423	0	0	0	67	67
1994/95	55	123	141	123	442	55	112	119	123	409	0	11	22	0	33
1995/96	63	141	142	152	498	63	120	35	83	301	0	21	107	69	197
1996/97	61	144	119	169	493	61	100	82	144	387	0	44	37	25	106
1997/98	51	114	153	137	455	51	114	91	137	393	0	0	62	0	62
1998/99	60	149	125	153	487	60	117	80	93	350	0	32	45	60	137
1999/00	59	131	132	158	480	55	111	119	73	358	4	20	13	85	122
2000/01	63	140	138	125	466	63	112	55	124	354	0	28	83	1	112
2001/02	70	137	130	164	501	66	126	129	125	446	4	11	1	39	55
2002/03	46	109	90	150	395	46	103	90	143	382	0	6	0	7	13
2003/04	68	132	115	144	459	68	132	115	130	445	0	0	0	14	14
2004/05	70	117	124	167	478	69	100	84	68	321	1	17	40	99	157
2005/06	46	133	130	142	451	46	132	98	139	415	0	1	32	3	36
Média	63	126	131	149	469	62	110	97	115	385	2	16	34	33	85

\*Subperíodos: 1-Semeadura-20 dias após a emergência; 2-20 dias após a emergência-início da diferenciação do primórdio floral; 3-início da diferenciação do primórdio floral-final da antese; 4-final da antese-maturação fisiológica; ciclo-semeadura-maturação fisiológica.

Tabela 3. Evapotranspiração máxima (ETm), evapotranspiração real (ETr) e deficiência hídrica (D), valores totais em mm, em diferentes subperíodos\* e no ciclo do girassol. Passo Fundo, RS, período 1961/62-2005/06. Época de semeadura de novembro.

Ano	ETm					ETr					D				
	Subperíodo	1	2	3	4	ciclo	1	2	3	4	ciclo	1	2	3	4
1961/62	66	142	120	139	467	66	131	101	109	407	0	11	19	30	60
1962/63	77	157	114	119	467	72	112	54	112	350	5	45	60	7	117
1963/64	60	135	136	126	457	60	134	82	110	386	0	1	54	16	71
1964/65	71	132	128	134	465	68	124	77	125	394	3	8	51	9	71
1965/66	63	117	123	109	412	63	117	113	109	402	0	0	10	0	10
1966/67	71	125	125	124	445	67	118	92	88	365	4	7	33	36	80
1967/68	64	163	122	137	486	64	105	94	102	365	0	58	28	35	121
1968/69	73	135	102	125	435	61	111	82	109	363	12	24	20	16	72
1969/70	73	152	134	148	507	68	106	100	100	374	5	46	34	48	133
1970/71	77	135	109	133	454	58	135	87	113	393	19	0	22	20	61
1971/72	81	152	108	145	486	72	147	108	125	452	9	5	0	20	34
1972/73	65	157	110	130	462	65	131	110	111	417	0	26	0	19	45
1973/74	73	114	123	127	437	68	107	115	116	406	5	7	8	11	31
1974/75	76	130	115	133	454	76	129	113	116	434	0	1	2	17	20
1975/76	81	137	118	138	474	79	110	116	115	420	2	27	2	23	54
1976/77	85	161	97	137	480	85	156	97	133	471	0	5	0	4	9
1977/78	74	147	136	145	502	74	127	74	102	377	0	20	62	43	125
1978/79	76	153	178	171	578	76	128	29	75	308	0	25	149	96	270
1979/80	70	119	144	156	489	70	119	111	126	426	0	0	33	30	63
1980/81	73	139	125	134	471	70	139	105	129	443	3	0	20	5	28
1981/82	74	141	150	154	519	74	141	86	68	369	0	0	64	86	150
1982/83	60	146	127	134	467	59	105	106	85	355	1	41	21	49	112
1983/84	73	151	112	136	472	68	144	94	128	434	5	7	18	8	38
1984/85	58	153	157	132	500	47	115	59	97	318	11	38	98	35	182
1985/86	95	165	145	161	566	79	80	79	28	266	16	85	66	133	300
1986/87	76	147	109	135	467	69	113	97	110	389	7	34	12	25	78

1987/88	77	137	143	136	493	74	130	113	108	425	3	7	30	28	68
1988/89	83	145	118	119	465	81	139	114	117	451	2	6	4	2	14
1989/90	80	149	103	141	473	79	144	96	135	454	1	5	7	6	19
1990/91	68	145	158	141	512	65	123	32	117	337	3	22	126	24	175
1991/92	73	135	141	117	466	72	135	100	116	423	1	0	41	1	43
1992/93	75	157	116	129	477	75	134	116	129	454	0	23	0	0	23
1993/94	72	154	146	112	484	72	137	64	73	346	0	17	82	39	138
1994/95	71	142	97	129	439	70	141	97	115	423	1	1	0	14	16
1995/96	83	150	128	132	493	80	88	85	132	385	3	62	43	0	108
1996/97	83	137	153	137	510	71	121	115	137	444	12	16	38	0	66
1997/98	66	143	128	114	451	66	124	128	112	430	0	19	0	2	21
1998/99	86	139	132	131	488	80	120	87	131	418	6	19	45	0	70
1999/00	76	148	133	149	506	73	121	75	105	374	3	27	58	44	132
2000/01	82	133	110	111	436	78	109	105	111	403	4	24	5	0	33
2001/02	81	150	138	130	499	81	148	80	117	426	0	2	58	13	73
2002/03	65	115	134	139	453	63	115	119	138	435	2	0	15	1	18
2003/04	77	121	133	141	472	77	121	92	141	431	0	0	41	0	41
2004/05	68	149	141	159	517	63	98	68	57	286	5	51	73	102	231
2005/06	77	137	123	131	468	77	132	117	110	436	0	5	6	21	32
Média	74	142	128	135	478	71	124	93	110	397	3	18	35	25	81

\*Subperíodos: 1-Semeadura-20 dias após a emergência; 2-20 dias após a emergência-início da diferenciação do primórdio floral; 3-início da diferenciação do primórdio floral-final da antese; 4-final da antese-maturação fisiológica; ciclo-semeadura-maturação fisiológica.

**CONCLUSÕES:** Para as condições em que foi desenvolvido este trabalho, conclui-se que: É normal a ocorrência de deficiência hídrica durante o ciclo de desenvolvimento do girassol; a cultura do girassol apresenta consumo médio de água no ciclo completo entre 385mm e 578mm; os valores mais elevados de deficiência hídrica ocorrem durante a floração e enchimento de grãos; existe restrição hídrica para o cultivo do girassol em cerca de 40% dos anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 179 p. (FAO irrigation and Drainage Paper, n. 24).
- MATZENAUER, R.; MALUF, Jaime Ricardo Tavares ; BUENO, Aristides Câmara . Evapotranspiração da cultura do girassol e sua relação com a evapotranspiração do tanque classe A. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 107-112, 1998.
- MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; BUENO, A. C. Relações da evapotranspiração máxima do girassol (*Helianthus annuus* L.) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 241-247, 1999.
- PENMAN, H.L. Evaporation: and introductory survey. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 4, p. 9-29, 1956.
- SANGOI, P.R.F.; SILVA, L. Época de semeadura em girassol: II. Efeitos no índice de área foliar, incidência de moléstias, rendimento biológico e índice de colheita. **Lavoura Arrozeira**, v.38, n.362, p.6-13, 1985.
- SENTELHAS, P.C.; NOGUEIRA, S.S.S.; PEDRO Jr.; SANTOS, R.R. Temperatura-base e graus-dia para cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p.43-49, 1994.
- SILVEIRA, E.P.; ASSIS, F.N.; GONÇALVES, P.R.; ALVES, G.C. Épocas de semeadura no sudeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.5, p.709-720, 1990.
- SIONIT, N.; GHORASHI, S.R.; KHERADNAN, M. Effect of soil water potential on growth and yield of sunflower. **Journal of Agricultural Science**, v.81, p.113-116, 1973.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. **Yearbook of Agriculture**, Washington, 1955, p. 346-358.