

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO GIRASSOL E SUA RELAÇÃO COM A EVAPORAÇÃO DO TANQUE CLASSE "A"

RONALDO MATZENAUER,¹ JAIME R. TAVARES MALUF², ARISTIDES CÂMARA BUENO³

RESUMO – O estado do Rio Grande do Sul caracteriza-se por uma grande variabilidade climática, especialmente com relação à quantidade e distribuição da precipitação pluvial, ocorrendo, com frequência, períodos de baixa disponibilidade hídrica para as culturas de primavera-verão. Estudos visando a determinação das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, assumem destacada importância, com vistas à recomendação de suplementação hídrica e como subsídio em planejamento agrícola e em zoneamento agroclimático. O objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ET_m) e relacioná-la com a evaporação do tanque classe A (E_o), para obtenção da razão ET_m/E_o (coeficiente K_c), em diferentes subperíodos. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa de Fruticultura, em Taquari, RS, 29° 48' S, 51° 49' W e 76 m de altitude, durante os anos agrícolas 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. A ET_m foi medida em evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather. A ET_m total no ciclo (semeadura-maturação fisiológica), variou de 371,5 mm a 488,5 mm, nos quatro anos, com uma média de 408,0 mm. O subperíodo, onde foi verificado maior consumo médio diário, foi o compreendido entre o início e o final da floração, com uma média nos quatro anos, de 6,5 mm/dia. Os valores médios da razão ET_m/E_o no ciclo, variaram de 0,63 a 0,75, com média de 0,67 nos quatro anos. Coincidente com o subperíodo de maior consumo de água, foram observados os maiores valores da razão ET_m/E_o, variando de 0,90 a 1,05, com um valor médio de 0,98.

Palavras chave: agrometeorologia, déficit hídrico, *Helianthus annuus* L.

EVAPOTRANSPIRATION OF SUNFLOWER AND ITS RELATIONSHIP WITH CLASS A PAN EVAPORATION

ABSTRACT – Rio Grande do Sul is a State characterized by climatic variations specially regarding to amount and distribution of rainfall, with frequent periods of low water availability for spring and summer crops. Studies to determine the water relationship with the soil-plant-atmosphere system become very important for the hydric supply recommendation, as well as to help agricultural planning and agroclimatic zoning. The purpose of this research was to establish the maximum evapotranspiration of sunflower (ET_m) and to connect it with Class A Pan evaporation (E_o) to obtain the ratio ET_m/E_o (K_c coefficient), at different sub-periods. The field trial was conducted at Centro de Pesquisa de Fruticultura, in Taquari/RS, Brazil, 29° 48' S, 51° 49' W and 76 m of altitude, during four growth seasons: 1987/1988, 1989/90, 1990/91 and 1991/92. The ET_m was measured in drainage evapotranspirometers Thornthwaite-Mather type. The total ET_m at the cycle (sowing-physiological maturation) changed from 371.5 mm to 488.5 mm along the four years, with an average of 408.5 mm. The sub-period with highest daily mean consumption was from beginning to end of flowering, with an average of 6.5 mm/day in the four years. The mean values for the ratio ET_m/E_o at the cycle ranged from 0.63 to 0.75 with an average in four years of 0.67. The highest values of the ratio ET_m/E_o were also observed during the flowering sub-period, varying from 0.90 to 1.05, with an average of 0.98.

Key words: agrometeorology, water deficit, *Helianthus annuus* L.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola gaúcha caracteriza-se pela grande variabilidade dos rendimentos entre locais e anos, principalmente das culturas que se desenvolvem no período de primavera-verão. A principal causa dos baixos rendimentos e da grande variabilidade observada é a variação na disponibilidade hídrica para as culturas, decorrente da má distribuição e da insuficiente quantidade de chuvas.

De acordo com resultados de ÁVILA (1996), a probabilidade de a precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Estado, é inferior a 60%. Esse nível de probabilidade determina a alta frequência de ocorrência de deficiências hídricas e

conseqüentes quebras de safras das culturas de primavera-verão produtoras de grãos.

O conhecimento das necessidades hídricas das culturas assume importância fundamental para o melhor entendimento das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, no planejamento da época de semeadura, na elaboração de projetos de irrigação e para o aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

A evapotranspiração de culturas tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores (DENMEAD e SHAW, 1959; VAN BAVEL, 1961; DOSS et al., 1962; ENGLAND, 1963; JENSEN, 1973; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER, 1992; OLIVEIRA e VILLA NOVA, 1996, entre outros), demonstrando a importância que esta linha de pesquisa assume para as atividades agrícolas.

1. Eng. Agr., Dr. – Equipe de Agrometeorologia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

2. Eng. Agr., M.Sc. – Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 174, 99001-970 Passo Fundo, RS.

3. Eng. Agr. – Equipe de Agrometeorologia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060 Porto Alegre, RS.

Recebido para publicação em 09/04/1998.

A evapotranspiração de culturas apresenta variações entre locais e anos, principalmente em função das condições de demanda evaporativa da atmosfera, mas, também, em função do comportamento das variáveis que determinam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Segundo DOOREMBOS e KASSAM (1979), a quantidade total de água requerida pelo girassol varia entre 600 a 1000 mm, dependendo fundamentalmente do clima e da cultivar, os quais determinarão a duração da estação de crescimento, e a demanda evaporativa da atmosfera. MATZENAUER (1992) determinou a evapotranspiração máxima da cultura do girassol para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul, encontrando um valor, da sementeira à maturação fisiológica, de 393,9 mm, com um consumo médio diário de 3,8 mm. O maior consumo médio diário foi observado durante o subperíodo do início ao final da floração, com 6,2 mm por dia.

Sobre a quantidade de água consumida nos diferentes subperíodos da cultura do girassol, DOOREMBOS e KASSAM (1979) apresentaram uma distribuição percentual mais definida do consumo de água: 20% durante o período vegetativo, 55% da diferenciação do primórdio floral ao final da antese e 25% durante o subperíodo de enchimento de grãos.

A relação entre a evapotranspiração das culturas e os elementos meteorológicos ou fórmulas de estimativa da evaporação ou evapotranspiração, constitui-se uma importante linha de pesquisa, pois permite estimar o consumo de água das culturas em condições e locais diferentes daqueles onde o mesmo foi determinado, possibilitando a suplementação hídrica através da irrigação com maior precisão. Diversos pesquisadores têm relacionado a evapotranspiração de culturas com a evaporação do tanque classe A, com a radiação solar global e com a equação de Penman (DENMEAD e SHAW, 1959; DOSS et al., 1962; LOMAS et al., 1974; MATZENAUER et al., 1981; MATZENAUER et al., 1983; BERLATO et al., 1986).

Os elementos meteorológicos têm influência semelhante sobre a evaporação de superfície de água, superfície do solo e sobre a transpiração de superfícies vegetadas (FRITSCHEN e SHAW, 1961). CRUCIANI (1972) cita diversos trabalhos em que a evapotranspiração de plantas, em estádios de vegetação plena e sem deficiência hídrica, está correlacionada positiva e significativamente com a evaporação de superfície de água. Para a cultura do milho, resultados de FRITSCHEN e SHAW (1961) e MATZENAUER et al. (1981) mostram que o uso da água pela cultura é dependente do desenvolvimento das plantas e que a evaporação do tanque classe A pode ser usada para estimar a evapotranspiração de culturas e requerimentos de irrigação. O tanque de evaporação classe A tem sido utilizado como padrão para a estimativa da evapotranspiração de culturas (DENMEAD e SHAW, 1959; LOMAS et al., 1974; DOORENBOS e KASSAM, 1979; TAN e FULTON, 1980; MATZENAUER et al., 1981; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER, 1992).

A razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evaporação do tanque classe A (ETm/Eo) permite a estimativa das necessidades hídricas da cultura

em outras condições, dispondo-se, apenas, de dados de evaporação. De acordo com CHANG (1968), durante o início do ciclo de uma cultura anual, quando a cobertura do solo é incompleta, a razão ETm/Eo é baixa, variando de 0,2 a 0,5. Em culturas semeadas em linha, a maior parte da água perdida durante o estágio inicial dá-se pela evaporação do solo. Durante o período reprodutivo, quando ocorre a maior cobertura foliar, a relação varia de 0,75 a 1,15 para várias culturas. CAMARGO e PEREIRA (1990) afirmam que, em termos práticos, o Kc pode ser considerado como uma função da porcentagem de cobertura do terreno pela folhagem da cultura.

O presente trabalho teve como objetivos determinar a evapotranspiração máxima da cultura do girassol (ETm) em diferentes subperíodos e no ciclo, e relacioná-la com a evaporação do tanque classe A (Eo), para determinação da razão ETm/Eo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho apresenta uma análise da evapotranspiração da cultura do girassol, de uma série de quatro experimentos conduzidos durante os anos agrícolas de 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. As determinações foram feitas para a épocas de sementeira de 29/09/87, 17/10/89, 01/10/90 e 16/10/91.

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Pesquisa de Fruticultura, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), localizada na região climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, município de Taquari, a 76m de altitude, 29° 48' S e 51° 49' W. O solo da Estação pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo e é classificado como Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico de textura argilosa e de relevo suave ondulado.

O clima da região, segundo classificação climática de Köppen, é subtropical úmido de verão quente, do tipo fundamental Cfa, que predomina na maior parte do território do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada a campo, sem restrição hídrica, utilizando-se três evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather, medindo 1,36 m de comprimento, 0,92 m de largura e 0,70 m de profundidade, instalados no centro de áreas cultivadas medindo aproximadamente 3000 m². No decorrer do período experimental foram utilizados os híbridos de girassol: Contissol 711 (1987/88), Asgrow 521 (1989/90 e 1990/91) e GR 10 (1991/92). Durante os quatro anos de experimentação foi mantido o mesmo arranjo e densidade de plantas, sendo utilizado 0,68 m entre linhas e 0,30 m na linha, correspondendo a uma população de 50 000 plantas/ha.

O potencial matricial da água no solo foi medido com tensiômetros de vacuômetro, instalados no interior dos evapotranspirômetros nas profundidades de 0,15 m, 0,30 m e 0,45 m. Sempre que o potencial matricial da água no solo atingia valores entre -0,04 e -0,06 MPa, era feita suplementação hídrica através da irrigação, utilizando-se aspersores na área tampão e regadores manuais nos evapotranspirômetros. Este procedimento foi adotado, visando manter as plantas sem restrição hídrica.

A evapotranspiração da cultura (ETm) foi calculada pela equação:

$$ETm = P + I - D \quad (1)$$

sendo P a precipitação pluvial (mm), I a quantidade de água (mm) aplicada via irrigação e D, a quantidade de água drenada (mm).

Neste trabalho utiliza-se o termo evapotranspiração máxima da cultura (ETm), que é definida como a perda de água por uma cultura qualquer, em condições ótimas de densidade de plantas e fertilidade do solo, sem limitação de água no solo e em qualquer estágio de desenvolvimento (PERRIER, 1985). No texto, utiliza-se, também, como sinônimo, a expressão consumo de água.

A ETm foi determinada nos seguintes subperíodos: da sementeira até 10 dias após a emergência (S-10E), caracterizado neste trabalho como período de estabelecimento da cultura; 10E até 40 dias após a emergência, que coincide, aproximadamente, com a diferenciação do primórdio floral (10E-40E); 40E até início da floração (40E-IF); IF até final da floração (IF-FF); FF até a maturação fisiológica (FF-MF) e no ciclo completo (S-MF).

A evapotranspiração máxima da cultura foi relacionada com a evaporação do tanque classe A (Eo) em milímetros, nos mesmos subperíodos acima descritos, para obtenção do coeficiente Kc, pela expressão:

$$Kc = ETm/Eo \quad (2)$$

Os registros de evaporação do tanque classe A foram feitos em uma estação meteorológica instalada ao lado da área experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os registros fenológicos para os anos agrícolas 1987/88, 1989/90, 1990/91 e

1991/92. Verifica-se pequena variação na duração dos subperíodos de ano para ano, oscilando de 98 a 103 dias para o ciclo completo. Nas Tabelas 2 a 6 são apresentados os dados de evapotranspiração máxima da cultura (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e a razão ETm/Eo (coeficiente Kc), para a cultura do girassol, para os quatro anos agrícolas e para a média desses anos, respectivamente, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e no ciclo completo. O consumo total de água, da sementeira à maturação fisiológica, variou de 371,5 mm a 488,5 mm nos quatro anos, com valores médios diários no ciclo variando de 3,6 a 5,0 mm. Os valores encontrados neste trabalho são menores do que os citados por DOORENBOS e KASSAM (1979).

Verifica-se que os maiores valores de evapotranspiração da cultura foram registrados durante o ano agrícola 1989/90. Os resultados dos outros três anos, apresentam pequena variação, com valores médios no ciclo de 3,6 a 3,8 mm/dia. A evapotranspiração de culturas sem restrição hídrica, é função das variáveis que determinam a demanda evaporativa da atmosfera e do comportamento das variáveis que influem no crescimento e desenvolvimento das plantas, havendo uma relação muito estreita com o índice de área foliar. Variações, tanto da demanda evaporativa como no desenvolvimento das plantas, afetam o consumo de água das culturas e a relação entre a evapotranspiração e a evaporação de tanque. Os maiores valores observados durante o ano agrícola 1989/90, são devidos, provavelmente, à maior demanda evaporativa, conforme pode ser verificado pelos dados de evaporação do tanque classe A apresentados na Tabela 3. Durante o referido ano agrícola, a demanda de água (evaporação do tanque) foi de 655 mm, enquanto nos demais anos os valores foram menores, variando de 582 mm (1990/91) a 592 mm (1991/92).

TABELA 1 – Datas de ocorrência das fases fenológicas do girassol, durante o período experimental. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1987/88 – 1991/92

Fases	Ano			
	1987/88	1989/90	1990/91	1991/92
Sementeira	29/09	17/10	01/10	16/10
Emergência	09/10	24/10	08/10	23/10
Início da floração	04/12	18/12	07/12	19/12
Final da floração	16/12	30/12	20/12	31/12
Maturação Fisiológica	10/01	23/01	12/01	23/01

TABELA 2 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1987/88

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S - 10E	20	31,8	1,6	92	4,6	0,35
10E - 40E	30	97,5	3,3	159	5,3	0,62
40E - IF	16	77,7	4,9	93	5,8	0,84
IF - FF	12	74,7	6,2	83	6,9	0,90
FF - MF	25	112,2	4,5	160	6,4	0,70
S - MF	103	393,9	3,8	587	5,7	0,67

1.S - sementeira; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Sementeira - 29/09/1987.

TABELA 3 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1989/90

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S – 10E	17	40,4	2,4	95	5,6	0,42
10E - 40E	30	135,2	4,5	204	6,8	0,67
40E - IF	15	92,3	6,1	110	7,3	0,85
IF – FF	12	83,8	7,0	88	7,3	0,95
FF - MF	24	136,8	5,7	158	6,6	0,86
S – MF	98	488,5	5,0	655	6,7	0,75

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Semeadura - 17/10/1989.

TABELA 4 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1990/91

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média Diária	Total	Média Diária	
S – 10E	17	32,3	1,9	70	4,1	0,46
10E - 40E	30	63,8	2,1	147	4,9	0,43
40E – IF	20	93,4	4,7	126	6,3	0,74
IF – FF	13	78,0	6,0	78	6,0	1,00
FF – MF	23	104,0	4,5	161	7,0	0,64
S – MF	103	371,5	3,6	582	5,7	0,63

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Semeadura - 01/10/1990.

TABELA 5 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS, 1991/92

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S – 10E	17	29,0	1,7	83	4,9	0,35
10E - 40E	30	83,1	2,8	177	5,9	0,47
40E – IF	17	89,6	5,3	109	6,4	0,83
IF – FF	12	76,8	6,4	73	6,1	1,05
FF – MF	23	98,9	4,3	150	6,5	0,66
S – MF	99	377,4	3,8	592	6,0	0,63

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.
Semeadura - 16/10/1991.

TABELA 6 – Evapotranspiração máxima (ETm), evaporação do tanque classe A (Eo) e coeficiente Kc (ETm/Eo), em diferentes subperíodos e no ciclo do girassol. Valores médios para os anos de 1987/88, 1989/90, 1990/91 e 1991/92. Centro de Pesquisa de Fruticultura, Taquari, RS

Subperíodos ¹	Duração (dias)	ETm (mm)		Eo (mm)		kc
		Total	Média diária	Total	Média Diária	
S – 10E	18	33,4	1,9	86	4,8	0,40
10E - 40E	30	95,0	3,2	171	5,7	0,56
40E – IF	17	88,3	5,2	111	6,5	0,80
IF – FF	12	78,3	6,5	79	6,6	0,98
FF – MF	24	113,0	4,7	157	6,6	0,71
S – MF	101	408,0	4,0	604	6,0	0,67

1.S - semeadura; 10E - 10 dias após a emergência; 40E - 40 dias após a emergência; IF - início da floração; FF - final da floração; MF - maturação fisiológica.

Durante o subperíodo da semeadura até 10 dias após a emergência, a evapotranspiração da cultura foi baixa, variando de 1,6 a 2,4 mm/dia. Estes resultados são observados, também, em outras culturas anuais como milho, feijão e soja (MATZENAUER, 1992), visto que a maior quantidade de água consumida durante este subperíodo deve-se à evaporação do solo, uma vez que a área foliar é muito pequena. Isto é explicado, pois, com um baixo IAF, a evaporação do solo compreende a maior parte da evapotranspiração (TANNER e JURY, 1976). Estes resultados também estão de acordo com as citações de CHANG (1968), segundo as quais a maior parte da água perdida durante o estágio inicial em culturas plantadas em linha, é pela evaporação do solo.

Durante o período vegetativo, verifica-se um aumento no consumo de água, à medida que a cultura se aproxima da floração. Este aumento ocorre devido ao incremento na demanda evaporativa da atmosfera, causado pelo aumento da temperatura do ar e da radiação solar, e, também, ao crescimento da área foliar. Com o crescimento da área foliar, aumenta a cobertura do solo, pelo sombreamento das folhas, sendo, portanto, que o maior consumo de água ocorre em função do incremento do componente transpiração, já que a evaporação do solo diminui.

O maior consumo de água foi registrado durante o subperíodo da floração, com valores oscilando de 6 a 7 mm/dia. Quando a semeadura do girassol ocorre durante a primeira quinzena de outubro, como neste trabalho, o subperíodo do início ao final da floração coincide com a segunda quinzena de dezembro, período em que ocorrem altas temperaturas e os maiores registros de radiação solar global para a latitude do local, conseqüentemente, com alta demanda evaporativa da atmosfera. Além disso, é durante a floração que se registra o índice de área foliar máximo para diversas culturas de primavera-verão, entre elas o girassol, com alta atividade fotossintética e fisiológica. Por estes motivos, é durante a floração que são observados os maiores valores de evapotranspiração da cultura.

No final do ciclo ocorreu redução na evapotranspiração. Isto é explicado devido ao declínio da atividade fotossintética das folhas, principalmente em culturas anuais, quando ocorre o rápido secamento dos caules e folhas.

Os dados de evapotranspiração para a cultura do girassol obtidos neste trabalho, caracterizam um modelo de resposta representativo para as condições do local de experimentação, considerando que são dados de quatro anos de pesquisa. O consumo de água do girassol, neste modelo, serve de base para lavouras irrigadas, permitindo determinar doses de rega em diferentes subperíodos, além de interferir em todas as fases de um planejamento de irrigação.

Os valores dos coeficientes Kc (razão ETm/Eo), para o ciclo completo do girassol, variaram de 0,63 a 0,75, com uma média de 0,67, nos quatro anos. Os coeficientes Kc apresentaram valores mais baixos durante os dois primeiros subperíodos, que englobam o estabelecimento da cultura e o início do período vegetativo, e valores mais elevados (média de 0,98) durante o subperíodo da floração. Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos por RITCHIE e BURNETT (1971), segundo os quais a razão ETm/Eo aumenta com o incremento do IAF. A variação encontrada nos coeficientes, de ano para ano, é esperada, considerando-se que as variáveis meteorológicas que determinam a demanda evaporativa da atmosfera exercem influência semelhante sobre a perda de água de superfícies vegetadas e sobre a evaporação de superfície de água. Como a ETm de culturas depende da demanda evaporativa e da própria cultura, as variações observadas são devidas, também, a diferenças de crescimento e desenvolvimento das plantas que ocorreram entre os anos, em função das variações dos elementos meteorológicos que afetam a cultura, e das práticas culturais. São, portanto, resultados que podem ser considerados representativos e consistentes, podendo ser utilizados para o planejamento de lavouras irrigadas, para a definição da melhor época de semeadura para cada região e aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração máxima da cultura do girasol, determinada neste trabalho, é representativa para as condições climáticas da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima do girassol pode ser estimada para diferentes anos e localidades do estado do Rio Grande do Sul, utilizando-se os coeficientes Kc obtidos neste trabalho.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ÁVILA, A. M.H. de; BERLATO, M.A.; SILVA, J.B. da; FONTANA, D.C. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.2, n.2, p. 149-154, 1996.
- 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.
- BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque "classe A" e radiação solar global. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.22, n.2, p.251-259, 1986.
- CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. *Prescrição de rega por modelo climatológico*. Campinas: Fundação Cargill, 1990, 27p.. (Série Técnico Científica, 170).
- CHANG, Jen-Hu. *Climate and Agriculture: An Ecological Survey*. Chicago, Aldine, 1968. 304 p.
- CRUCIANI, D.E. *Balanço hídrico em solo cultivado com cana-de-açúcar*. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1972. 35p.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Evapotranspiration in relation to the development of the corn crop. *Agronomy Journal*, Madison, v.51, p.725-726, 1959.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Roma: FAO, 1979. 179p. (FAO irrigation and Drainage Paper, n.24).
- DOSS, B.D.; BENNET, O.L.; ASHLEY, D.A. Evapotranspiration by irrigated corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.54, p. 497-498, 1962.
- ENGLAND, C.D. Water use by several crops in a weighing lysimeter. *Agronomy Journal*, Madison, v.55, p.239-241, 1963.
- FRITSCHEN, L.J. & SHAW, R.H. Evapotranspiration for corn as related to pan evaporation. *Agronomy Journal*, Madison, v.53, p.149-150, 1961.
- JENSEN, M.E. *Consumptive use of water and irrigation water requirements*. New York: American Society of Civi Engineers, 1973. 215p.
- LOMAS, J.; SCHLESINGER, E.; LEWIN, J. Effects of environmental and crop factors on the evapotranspiration rate and water-use efficiency of maize. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.13, p.239-251, 1974.
- MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 1992. p.33-47.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H.; SUTILI, V.R. Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e sua relação com a evaporação do tanque classe A. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.17, n.2, p.273-95, 1981.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; BERGAMASCHI, H. Relações entre a evapotranspiração do milho e as fórmulas de Penman e Thornthwaite. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.11, p.1207-1214, 1983.
- OLIVEIRA, D.; VILLA NOVA, N.A. Evapotranspiração máxima e lâminas de irrigação necessárias para feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) no Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.4, n.1, p.29-36, 1996.
- PERRIER, A. Updated evapotranspiration, and crop water requirement definitions for the ICID Multilingual Dictionary (May 1984). In: LES BESOINS DES CULTURES (CROP REQUERIMENTS). Paris, 11-14, sept. 1984. Paris, INRA. p.885-887. 1985.
- RITCHIE, J.T.; BURNETT, E. Dryland evaporative flux in a subumid climate: II. Plant influences. *Agronomy Journal*, Madison, v.63, p.56-72, 1971.
- TAN, C.S.; FULTON, J.M. Ratio between evapotranspiration of irrigated crops from floating lysimeters and class A pan evaporation. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.60, p.197-201, 1980.
- TANNER, C. B.; JURY, W.A. Estimating evaporation and transpiration from a row crop during incomplete cover. *Agronomy Journal*, Madison, v.68, p.239-243, 1976.
- VAN BAVEL, C.H.M. Lysimetric measurements of evapotranspiration rates in the Eastern United States. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.25, p.138-141, 1961.