

## **EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO MILHO. I - EFEITO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA**

### **CROP MAIZE EVAPOTRANSPIRATION. I - EFFECT OF SOWING DATES**

Ronaldo Matzenauer<sup>1</sup>, Homero Bergamaschi<sup>2</sup>, Moacir Antonio Berlatto<sup>2</sup> e

Jaime Ricardo Tavares Maluf<sup>3</sup>

#### **RESUMO**

A baixa disponibilidade hídrica é o fator mais limitante para o crescimento e rendimento da cultura do milho no Rio Grande do Sul, causando, com freqüência, reduções significativas nas safras dessa cultura. Desta forma, estudos visando a determinação das necessidades hídricas da cultura, são importantes para a recomendação de tecnologias alternativas buscando a minimização do problema. Com o objetivo de determinar a evapotranspiração máxima da cultura do milho (ET<sub>m</sub>) em diferentes subperíodos e épocas de semeadura, foi desenvolvido este trabalho na Estação Experimental de Taquari/RS, (latitude: 29° 48'S, longitude: 51°49' O e altitude: 76m), durante o período 1976/77 a 1988/89. A ET<sub>m</sub> foi medida em evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather. A ET<sub>m</sub> total no ciclo (da semeadura à maturação fisiológica) foi de 570, 572 e 541mm, nas épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro, respectivamente. O subperíodo onde foi verificado maior consumo médio diário foi o compreendido entre o pendoamento e a maturação leitosa, para as épocas de setembro (5,7mm dia<sup>-1</sup>) e outubro (6,6mm dia<sup>-1</sup>). Para a época de novembro, o maior consumo médio diário (5,6mm dia<sup>-1</sup>) foi verificado durante o subperíodo de 30 dias após a emergência até o pendoamento. As épocas de semeadura exerceram maior efeito sobre a evapotranspiração média diária nos diferentes subperíodos e menor efeito sobre a evapotranspiração total no ciclo completo da cultura.

---

<sup>1</sup> Engº Agrº, Dr., pesquisador da FEPAGRO/SCT, Equipe de Agrometeorologia. 90130-060, Porto Alegre, RS

<sup>2</sup> Engº Agrº, Dr., Professor da UFRGS, Faculdade de Agronomia. Caixa Postal 776. 91501-970, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Engº Agrº, M.Sc., pesquisador da EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa do Trigo. 99001-970, Passo Fundo, RS.

**Palavras-chave:** evapotranspiração, épocas de semeadura, milho.

## SUMMARY

Water availability is the most limiting factor for growth and grain yield of maize in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, reducing frequently this production. Whereby, studies involving determination of crop water requirements are important for alternative technologies to minimize this problem. The objective of this study was to determine the crop maize evapotranspiration (ET<sub>m</sub>) at different crop stages, for three planting dates. Field experiments were carried out at the Experimental Station of Taquari, 29°48' of south latitude, 51°49' of west longitude, and 76m of altitude, from 1976/77 to 1988/89. ET<sub>m</sub> was measured using drainage lysimeters Thornthwaite-Mather type. The average total ET<sub>m</sub> for whole crop cycle (from sowing to physiological maturity) was 570, 572 and 541mm, respectively, in the crops sown on September, October and November. The higher average daily water consumption (ET<sub>m</sub>) occurred from tasseling to grain milky stage in crops sown on September (5.7mm per day), and October (6.6mm per day), whereas the maximum mean ET<sub>m</sub> occurred from 30 days after sowing to tasseling stage in crops sown on November (5.6mm per day). Different planting dates had higher effect on the daily mean ET<sub>m</sub>, within each crop stage, than on the total ET<sub>m</sub> of the entire crop cycle.

**Key words:** evapotranspiration, sowing dates, maize.

## INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta precipitação normal anual que varia de 1.235mm em Santa Vitória do Palmar na região sul, a 2.162mm em São Francisco de Paula na região da Serra do Nordeste (BERLATO, 1992). Apesar das elevadas quantidades de precipitação, é normal a ocorrência de períodos de deficiência hídrica, principalmente durante os meses de verão que, normalmente, coincidem com os períodos de floração e enchimento de grãos das culturas de primavera-verão, que são os mais críticos em relação à falta de água. A cultura do milho apresenta baixos rendimentos de grãos no Estado, com uma média nos últimos 12 anos de cerca de 2.200kg ha<sup>-1</sup>. Outra característica da produção de milho é a grande variabilidade espacial e temporal dos rendimentos obtidos. Muitos fatores afetam o crescimento e o rendimento de milho no Estado, como fertilidade do solo, época de semeadura, pragas, moléstias, plantas daninhas, entre outros. No

entanto, a baixa disponibilidade hídrica é o fator que maiores reduções de rendimento têm causado à cultura nos últimos anos.

Neste sentido, o conhecimento das necessidades hídricas das culturas é fundamental para o melhor entendimento das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, para o planejamento da época de semeadura, para a elaboração de projetos de irrigação e para o aperfeiçoamento de zoneamentos agroclimáticos.

A evapotranspiração de culturas tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores nos últimos anos (DENMEAD & SHAW, 1959; VAN BAVEL, 1961; DOSS et al, 1962; ENGLAND, 1963; JENSEN, 1973; MATZENAUER, 1980; BERLATO et al., 1986; MATZENAUER et al., 1993; OLIVEIRA et al., 1993), demonstrando a importância que essa linha de pesquisa assume para as atividades agrícolas.

A evapotranspiração apresenta variações entre locais e anos, principalmente em função das condições de demanda evaporativa da atmosfera. Em períodos úmidos, com temperatura média do ar baixa e radiação solar reduzida pela nebulosidade, a perda de água pelo solo e pela vegetação é baixa. Em períodos secos, caracterizados por altas temperaturas e alta intensidade de radiação solar, com baixa umidade relativa do ar, os valores de evapotranspiração são elevados. JENSEN (1973) cita valores de evapotranspiração para a cultura do milho, em diversos locais e períodos, que variam de 373 a 640mm, enquanto que DOORENBOS & PRUITT (1975) relatam valores entre 400 e 700mm. VAN BAVEL (1961) determinou um consumo total de água para a cultura do milho de 543mm. São, portanto, resultados que demonstram que fatores relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas e aqueles que determinam as condições ambientais, exercem grande influência sobre o consumo de água durante o ciclo total da cultura do milho, uma vez que são trabalhos realizados em diferentes locais e anos, com condições climáticas diversas.

DOSS et al. (1962) verificaram que a evapotranspiração da cultura do milho foi baixa no início do ciclo, com um gradual aumento durante o desenvolvimento das plantas, atingindo valores máximos durante o período do início do pendoamento ao estágio de grão em massa, decrescendo, após, até a maturação dos grãos. Vários autores observaram que, para a cultura do milho, o período da floração, compreendido entre o pendoamento e o espigamento, é o que apresenta o maior consumo de água (DENMEAD & SHAW, 1959; SALTER & GOODE, 1967; MATZENAUER et al., 1981), caracterizando-se como o período mais crítico em relação à disponibilidade hídrica.

O presente trabalho teve como objetivos determinar a evapotranspiração máxima da cultura do milho (ET<sub>m</sub>) em diferentes subperíodos e no ciclo total, e verificar o efeito de épocas de semeadura sobre o consumo de água da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho apresenta uma análise da evapotranspiração máxima da cultura do milho, de uma série de 16 experimentos conduzidos nos períodos agrícolas de 1976/77 a 1988/89. As determinações foram feitas para três épocas de semeadura, sendo: semeadura de setembro, durante o período 1982/83 - 1988/89 (seis experimentos); semeadura de outubro, durante o período 1976/77 - 1981/82 (seis experimentos); e semeadura de novembro, durante o período 1983/84 - 1987/88 (quatro experimentos).

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental de Taquari (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/Secretaria da Ciência e Tecnologia), localizada na região climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, município de Taquari, (latitude: 29°48'S, longitude: 51°49' O e altitude: 76m). 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 Estado do Rio Grande do Sul.

A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada a campo, sem restrição hídrica, utilizando-se evapotranspirômetros de drenagem do tipo Thornthwaite-Mather, medindo 1,36m de comprimento, 0,92m de largura e 0,70m de profundidade, instalados no centro de áreas "tampão" que variaram durante o período experimental entre 3.000m<sup>2</sup> e 5.000m<sup>2</sup>. As determinações, em cada ano e em cada época de semeadura, foram feitas sempre em um conjunto de três evapotranspirômetros. No decorrer do período experimental foram utilizados os híbridos Pioneer X-307, Save 342 e Dekalb XL 560, todos de ciclo intermediário, tendo em vista que não foi possível manter sempre o mesmo material genético, por questões de sanidade, disponibilidade de sementes e manutenção dos híbridos no mercado, em função do longo período de experimentação. O espaçamento foi mantido o mesmo durante todo o período, sendo 0,90m entre linhas e 0,22m entre plantas, correspondendo a uma densidade de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O potencial da água no solo foi medida com tensiômetros de vacuômetro, instalados no interior dos evapotranspirômetros nas profundidades de 0,15, 0,30 e 0,45m. Sempre que o potencial 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. Esse procedimento foi adotado visando manter as plantas sem restrição hídrica.

A evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>) foi calculada pela equação:

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

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

Neste trabalho utiliza-se o termo evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>), 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 ET<sub>m</sub> foi determinada nos seguintes subperíodos: da semeadura à emergência (S-E); da emergência até 30 dias após (E-30d); dos 30 dias após a emergência até 50% do pendoamento (30d-P); de 50% do pendoamento até a maturação leitosa (P-ML); da maturação leitosa à maturação fisiológica (ML-MF) e no ciclo total (S-MF).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as datas de semeadura para as três épocas, durante o período experimental e, na Tabela 2, a duração média dos diferentes subperíodos de desenvolvimento e do ciclo completo nas três épocas. A maior duração do ciclo da cultura observada para a época de setembro, deve-se às temperaturas mais baixas que ocorrem durante os meses de setembro e outubro, exercendo maior efeito sobre a duração do período vegetativo da cultura do milho, em função do menor acúmulo térmico.

Os valores totais e médios diários de evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>), para as três épocas de semeadura, são apresentados na Tabela 3. Os valores médios totais de ET<sub>m</sub> durante o ciclo foram de 570, 572 e 541mm, respectivamente, para as épocas de setembro, outubro e novembro. Os valores encontrados se aproximam do resultado obtido por VAN BAVEL (1961), que foi de 543mm, e se enquadram nos valores citados por DOORENBOS & PRUITT (1975), com dados de evapotranspiração da cultura do milho variando entre 400 e 700mm.

**Tabela 1.** Datas de semeadura para as três épocas durante o período 1976-1988. Estação Experimental de Taquari, RS.

Ano	Época de semeadura		
	setembro	outubro	novembro
1976	-	21.10	-
1977	-	20.10	-
1978	-	23.10	-
1979	-	19.10	-
1980	-	29.10	-
1981	-	28.10	-
1982	22.09	-	-
1983	26.09	-	23.11
1984	21.09	-	20.11
1985	25.09	-	23.11
1986	-	-	-
1987	28.09	-	23.11
1988	07.10	-	-

Os resultados encontrados neste trabalho, mostram uma variação pequena do consumo total de água no ciclo do milho, entre as diferentes épocas de semeadura, levando-se em conta que os valores são as médias de vários anos. Para as épocas de semeadura de setembro e outubro, os valores totais de evapotranspiração são praticamente iguais, enquanto que para a época de novembro, o consumo total foi aproximadamente 5% inferior aos valores encontrados para as duas primeiras épocas de semeadura. Como o desenvolvimento do milho depende basicamente da temperatura do ar, que por sua vez está intimamente associada à radiação solar, que é a variável meteorológica que exerce maior efeito sobre as condições de demanda evaporativa da atmosfera, essa pequena variação pode ser esperada, visto que a planta de milho acelera ou alonga seu ciclo dependendo do regime térmico, que é variável com a época de semeadura. Provavelmente, as variações serão maiores, quando forem comparados valores de ET<sub>m</sub>, em diferentes locais e anos.

Os valores médios diários da ET<sub>m</sub> no ciclo total variaram de 4,0mm, para a época de setembro, a 4,6mm, para a época de outubro, ficando em 4,4mm, para a época de novembro.

**Tabela 2.** Duração média (dias) dos diferentes subperíodos e do ciclo total do milho, em três épocas de semeadura. Estação Experimental de Taquari, RS.

Subperíodo*	Época de semeadura		
	setembro	outubro	novembro
S-E	10	7	6
E-30d	30	30	30
30d-P	37	30	31
P-ML	21	26	17
ML-MF	43	32	38
S-MF	141	125	122

\* S - semeadura; E - emergência; 30d - 30 dias após a emergência; P - 50% do pendoamento; ML - maturação leitosa; MF - maturação fisiológica.

\*\* Valores médios do período: época de setembro-1982/83-1988/89; época de outubro-1976/77-1981/82; época de novembro-1983/84-1987/88

Com relação ao consumo de água nos diferentes subperíodos, são observadas grandes diferenças, com um baixo consumo no início do ciclo, atingindo valores máximos durante o período de maior cobertura foliar, diminuindo no final do ciclo com a senescência das folhas e redução da área foliar. No início do ciclo, durante o subperíodo da semeadura à emergência, a ETm da cultura foi baixa, uma vez que somente a evaporação do solo é significativa, visto que ainda não existe área foliar. No início do desenvolvimento das plantas, logo após a emergência, o consumo de água aumentou pouco em relação ao subperíodo anterior. Isso é explicado devido a evaporação do solo compreender ainda a maior parte da evapotranspiração total, pois a cultura possui um baixo índice de área foliar (IAF), (TANNER & JURY, 1976). Esses resultados também estão de acordo com as citações de CHANG (1968), segundo o qual a maior parte da água perdida durante o estágio inicial em culturas plantadas em linha é pela evaporação do solo. À medida que a cultura cresceu e se desenvolveu, aumentou a ETm basicamente devido ao aumento do IAF e à maior demanda evaporativa da atmosfera. O aumento da evapotranspiração com a área foliar é atribuído à transpiração crescente, haja vista que a evaporação do solo tende a diminuir devido ao sombreamento pelas plantas. Além disso, os maiores valores de ETm verificados durante o subperíodo do pendoamento até a maturação leitosa, estão relacionados, também, à maior atividade fisiológica da cultura. No final do ciclo, durante o subperíodo da maturação leitosa até a maturação fisiológica, ocorreu redução na evapotranspiração devido ao declínio da atividade fotossintética das folhas, à redução da área foliar, principalmente em culturas anuais, quando ocorre o rápido secamento dos colmos e folhas, e à diminuição da demanda evaporativa da atmosfera.

Pela análise da Tabela 3, pode-se verificar que existe um comportamento diferente entre as duas primeiras épocas de semeadura, comparadas com a terceira época. Nas épocas de setembro e outubro, a ETm foi menor no início do ciclo e atingiu valores máximos durante o subperíodo do pendoamento à maturação leitosa, que inclui a floração e início de enchimento de grãos, pois as plantas apresentam maior IAF e maior atividade fotossintética e fisiológica. Já para a época de novembro, a ETm no início do ciclo foi maior do que nas épocas anteriores, sendo o máximo consumo de água atingido durante o subperíodo dos 30 dias após a emergência até 50% do pendoamento, ou seja, antes da floração. Isso ocorreu, provavelmente, devido à maior demanda evaporativa, que normalmente ocorre durante os meses de dezembro e janeiro nas condições do Rio Grande do Sul, que coincidem com o desenvolvimento do período vegetativo da cultura, quando a semeadura ocorre no final de novembro. Quando o subperíodo do pendoamento à maturação leitosa coincide com o mês de fevereiro, que é o que acontece quando a semeadura é realizada em novembro, a ETm diminui devido à redução na demanda evaporativa, principalmente em função da diminuição na intensidade da radiação solar, associado à redução do período de brilho solar. No final do ciclo, durante o subperíodo da maturação leitosa à maturação fisiológica, o consumo médio diário de água diminuiu em relação ao subperíodo anterior, nas três épocas de semeadura. A redução do consumo de água no final do ciclo da cultura, está associada à redução da área foliar, da atividade fisiológica da cultura e da demanda evaporativa.

**Tabela 3.** Evapotranspiração máxima da cultura do milho (ETm) (mm). Valores totais e médios diários, em diferentes subperíodos de desenvolvimento e no ciclo completo, para três épocas de semeadura. Estação Experimental de Taquari/RS, período 1976/77-1988/89.

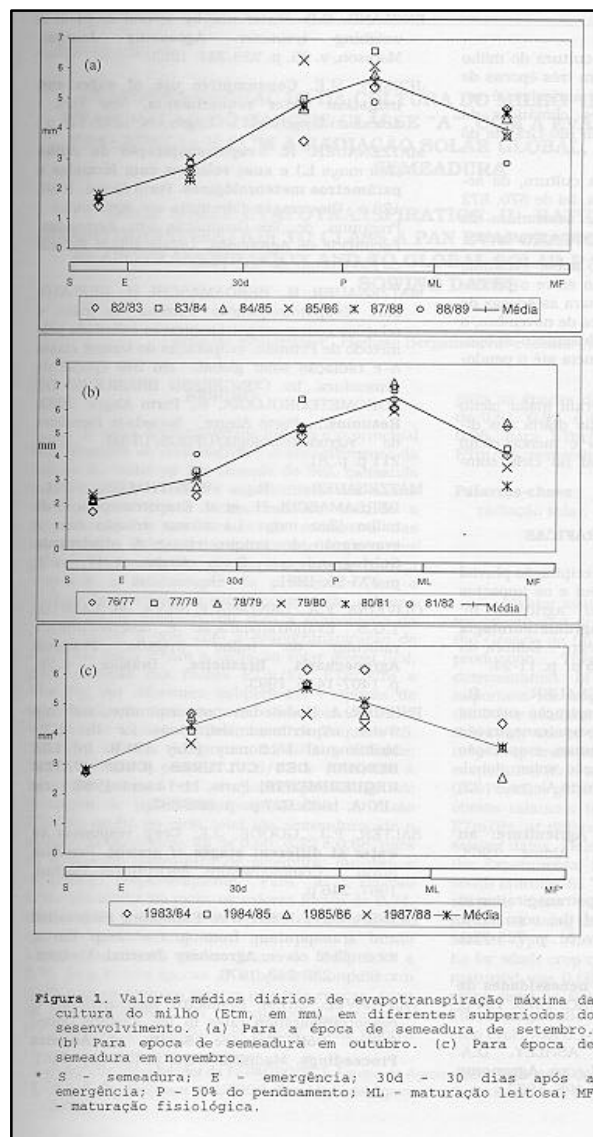
Subperíodo*	Época de semeadura**					
	Setembro		Outubro		Novembro	
	Total	Média	Total	Média	Total	Média
S-E	16	1,7	14	2,1	18	2,8
E-30d	80	2,7	92	3,1	128	4,3
30d-P	180	4,9	162	5,3	174	5,6
P-ML	120	5,7	174	6,6	86	5,1
ML-MF	174	4,0	130	4,2	135	3,6
S-MF	570	4,0	572	4,6	541	4,4

\* S - semeadura; E - emergência; 30d - 30 dias após a emergência; P - 50% do pendoamento; ML - maturação leitosa; MF - maturação fisiológica.

\*\* Valores médios do período: época de setembro-1982/83-1988/89; época de outubro-1976/77-1981/82; época de novembro-1983/84-1987/88



Na Figura 1 estão representados os valores médios diários de evapotranspiração máxima observados a cada ano agrícola, nos diferentes subperíodos, para as épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro, respectivamente. Desta forma, pode-se observar a variação nos valores de evapotranspiração determinados a cada ano em que foi desenvolvido o trabalho. Verifica-se menor variabilidade entre os anos nos dados observados durante os subperíodos S-E e E-30d, enquanto que durante os subperíodos 30d-P, P-ML e ML-MF, a variabilidade foi maior. Esta maior variabilidade a partir de um mês após a emergência, deve-se, provavelmente, às condições variáveis dos elementos meteorológicos, principalmente temperatura e radiação solar e umidade relativa do ar, que exercem maior efeito sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas durante os subperíodos acima referidos, afetando o consumo de água das plantas. Durante o início do ciclo, nos dois primeiros subperíodos, até cerca de 30 dias após a emergência, ocorre maior influência sobre a evaporação do solo, uma vez que a cobertura do solo é pequena.



Os dados de evapotranspiração obtidos neste trabalho, caracterizam um modelo de resposta representativo para as condições do local de experimentação, considerando o longo período em que foram avaliados. O consumo de água do milho, obtido desse modelo, serve de base para lavouras irrigadas, permitindo determinar lâminas de irrigação, em diferentes subperíodos e épocas de semeadura, além de interferir em todas as fases de um planejamento de irrigação.

## CONCLUSÕES

- A evapotranspiração máxima da cultura do milho determinada neste trabalho, para três épocas de semeadura, durante doze anos agrícolas, é representativa para as condições climáticas da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul.

- A Evapotranspiração máxima da cultura, da semeadura à maturação fisiológica, foi de 570, 572 e 541mm, para as épocas de semeadura de setembro, outubro e novembro, respectivamente.

- O subperíodo onde foi verificado maior consumo médio diário foi o compreendido entre o pendoamento e a maturação leitosa, para as épocas de setembro e outubro. Para a época de novembro, o maior consumo foi verificado durante o subperíodo de 30 dias após a emergência até o pendoamento.

- As épocas de semeadura exerceram maior efeito sobre a evapotranspiração média diária nos diversos subperíodos da cultura e menor efeito sobre a evapotranspiração total no ciclo completo.

-

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 125 p. 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 Sulriogradense**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 251-59, 1986.

- CHANG, Jen-Hu. **Climate and Agriculture: an ecological survey**. Chicago : Aldine. 1968. 304 p.
- 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., PRUITT, T. **Las necesidades de água de los cultivos**. Roma : FAO. 1975. 194 p. (Riego y Drenage, 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.
- JENSEN, M.E. **Consumptive use of water and irrigation water requeriments**. New York : American Society of Civi Engineers, 1973, 215 p.
- MATZENAUER, R. **Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e suas relações com fórmulas e parâmetros meteorológicos**. Porto Alegre, 1980, 128 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Univer-sidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980.
- MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A. Evapotranspiração máxima do milho e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman, evaporação do tanque classe A e radiação solar global, em três épocas de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., Porto Alegre, 1993. **Resumos...**, Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/UFRGS/UFSM, 1993, 211 p. p. 81.
- MATZENAUER, R., WESTPHALEN, S.L., BERGAMASCHI, H., et al. 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.
- OLIVEIRA, F.A., SANTANA E SILVA, JJ, CAMPOS, T.G.S. Evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 1407-1415, 1993.
- PERRIER, A. Updated evapotranspiration, and crop water requeriment definitions for the ICID Multilingual Dictionary (May 1984). In: **LES BESOINS DES CULTURES (CROP WATER REQUERIMENTS)**. Paris, 11-14 sept. 1984. Paris : INRA, 1985. 927 p. p. 885-887.

- SALTER, P.J., GOODE, J.E. **Crop responses to water at different stages of growth**. Farnham Royal : Commonwealth Agricultural Bureau, 1967. 246 p.
- 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.