

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 87-94, 1993

Aprovado para publicação em 04/03/93.

COEFICIENTE DE CULTURA PARA ALFAFA¹

EVAPOTRANSPIRATION CROP COEFFICIENT FOR ALFALFA

Gilberto Rocca Cunha², José Roberto Faleiro de Paula³, Homero Bergamaschi⁴,
João Carlos de Saibro⁴ e Moacir Antônio Berlato⁴

RESUMO

Determinar a necessidade de água das culturas, através da evapotranspiração máxima (*ET_m*) obtida via coeficientes de cultura (*K_c*), requer que os mesmos sejam gerados ou validados para a região em questão. Curvas de *K_c* para alfafa (*Medicago sativa* L.), cv. Crioula, cultivada nas condições de clima subtropical da Região Sul do Brasil (*Cfa*-Köppen) foram determinadas, para cortes de primavera-verão, em um estudo conduzido em Eldorado do Sul-RS (30°05'S, 51°39'W e altitude 46 m), durante 1989/90. A *ET_m* da alfafa foi medida diariamente com um lisímetro de balança (5,1 m² e resolução 0,1 mm) localizado no centro de uma parcela de 90 x 60 m e a evapotranspiração de referência (*ET_o-grama*) foi considerada equivalente à evaporação de tanque "classe A"; calculada pelo método do tanque "classe A"/FAO; método da radiação/FAO e método de Penman (1948). A magnitude dos *K_c* variou com o estágio de desenvolvimento da alfafa e com o método de obtenção da *ET_o-grama*. Em relação aos *K_c* preconizados pela FAO para alfafa, os obtidos neste trabalho, foram superiores em termos de *K_c*-médio e *K_c*-máximo e inferiores quanto ao *K_c*-mínimo.

Palavras-chave: Alfafa, coeficiente de cultura, irrigação.

¹ Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor, UFRGS-Faculdade de Agronomia, novembro/1991.

² Eng^o Agr^o, Dr., EMBRAPA-CNPT, Caixa Postal 569, CEP 99001-970, Passo Fundo-RS.

³ Eng^o Agr^o, M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001-970, Porto Alegre-RS.

⁴ Eng^o Agr^o, Dr., Faculdade de Agronomia/UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001-970, Porto Alegre-RS. Bolsista do CNPq.

SUMMARY

In order to define crop water requirements, through maximum evapotranspiration (ET_m) obtained by crop coefficients (K_c), relevant coefficients should be generated or validated for the region under study. K_c curves for alfalfa (*Medicago sativa* L.), cv. Crioula, grown under subtropical conditions in the Southern region of Brazil (Cfa-Köppen), were defined, for spring-summer harvests, in a study conducted during 1989/90 in Eldorado do Sul (30°05'S, 51°39'W, and altitude of 46 m). The ET_m for alfalfa was measured daily using a weighing lysimeter (5.1 m² and 0.1 mm resolution) placed in the center of a 90 x 60 m plot, and considering the reference evapotranspiration (ET_o -grass) as equivalent to Class A pan evaporation, calculated by Class A pan evaporation/FAO, radiation/FAO, and Penman (1948) methods. K_c magnitude varied according to the development stage of alfalfa and to the method used to obtain ET_o -grass. As compared to the crop coefficients suggested by FAO for alfalfa, the ones obtained in the present study were superior in relation to K_c -medium and to K_c -maximum, and inferior when associated to K_c -minimum.

Key words: Alfalfa, crop coefficient, irrigation.

INTRODUÇÃO

O potencial de rendimento da alfafa no Rio Grande do Sul pode ser afetado por fatores relacionados com a acidez do solo, em função de níveis tóxicos de *Al* e *Mn*; com a fertilidade natural, baixos níveis de *P* e *N*; bem como a ocorrência de déficits hídricos, durante o período de primavera-verão (SAIBRO, 1985). As práticas de manejo recomendadas, para contornar os citados fatores limitantes à alfafa, são a correção/adubação dos solos e a suplementação hídrica via irrigação. No tocante à irrigação, cumpre destacar que a quantidade e distribuição de chuvas no Rio Grande do Sul podem ser adequadas para a obtenção de rendimentos em nível econômico, entretanto, visando à estabilidade da produção, maior persistência dos alfafais e maiores rendimentos, a aplicação de água, particularmente no verão, faz-se necessária.

O manejo da água na agricultura, via parametrizações meteorológicas, destaca-se como uma metodologia prática e de múltiplas aplicações, notadamente ao nível de projeto e operação de sistemas de irrigação. No entanto, para uma eficiente estimativa da quantidade de água necessária para que uma cultura qualquer não tenha o seu crescimento e/ou desenvolvimento afetado por estresse hídrico, definida como

evapotranspiração máxima (ET_m), a partir de um dado valor de evapotranspiração de referência (ET_o), faz-se necessário o conhecimento dos coeficientes de cultura (K_c) para as diferentes fases do seu desenvolvimento.

Como culturas de referência, tem-se adotado uma superfície gramada, conforme recomendação de DOORENBOS & PRUITT (1977), ou alfafa em fase de crescimento ativo, segundo WRIGHT & JANSEN (1978), WRIGHT (1982) e ALLEN *et al* (1989), para o fornecimento de ET_o . Os valores de ET_o podem ser medidos diretamente ou, como é mais comum, estimados através de métodos de cálculo baseados em variáveis meteorológicas.

Coefficientes de cultura (K_c) para alfafa foram apresentados por DOORENBOS & PRUITT (1977), considerando grama como cultura de referência; por WRIGHT (1982), usando a própria alfafa como cultura de referência; e por SAMMIS *et al* (1985), que desenvolveram uma curva de K_c relacionada a graus-dia e não a dia do calendário ou porcentagem do intervalo entre cortes, como nas proposições dos outros autores.

Haja vista os inúmeros aspectos empíricos inerentes ao método do uso de K_c , torna-se imprescindível determinar ou validar os K_c de uma cultura na região em que será feito uso dos mesmos. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi determinar curvas de K_c para alfafa cultivada nas condições de clima subtropical da Região Sul do Brasil (*Cfa*-Köppen), com ET_o estimada por quatro métodos, para o período de primavera-verão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul-RS, com coordenadas de 30°05'S de latitude, 51°39'W de longitude e altitude de 46 m. O clima da região, pela classificação de Köppen, é subtropical úmido de verão quente (*Cfa*) e o solo da área experimental, pertence à unidade de mapeamento Arroio dos Ratos, se constituindo em um Plintossolo.

A cultura utilizada foi a alfafa (*Medicago sativa* L.), cv. Crioula, de primeiro ano, semeada em 9/06/89, em uma unidade experimental de 90 m x 60 m, com linhas espaçadas de 0,30 m, cujos detalhes de preparo do solo, semeadura, adubação, manejo de cortes e de controle de pragas e plantas daninhas, encontram-se descritos em CUNHA (1991).

Medições diárias de evapotranspiração máxima da alfafa (ET_m) foram feitas em um lisímetro de balança mecânica, descrito por BERGAMASCHI *et al* (1991).

Visando assegurar que a evapotranspiração da alfafa ocorresse em nível máximo (ET_m), o potencial matricial da água no solo, no interior e nas cercanias do lisímetro, monitorado com tensiômetros de coluna de Hg nas profundidades de 0,15 e 0,30 m, foi mantido com valores superiores a $-0,06 MPa$, através da precipitação pluvial ou, na ausência desta, via irrigações por aspersão.

As determinações dos coeficientes de cultura (K_c) foram feitas, a partir das medições lisimétricas diárias da ET_m da alfafa e da evapotranspiração de referência, estimada por quatro métodos, para quatro cortes de primavera-verão, considerados a partir de um corte de nivelamento da cultura em 24/10/89. Os cortes objetos deste trabalho foram realizados quando a cultura encontrava-se em torno de 10 % da floração, ocorrendo, respectivamente, em 28/11/89, 26/12/89, 29/01/90 e 01/03/90.

As observações meteorológicas diárias foram feitas em uma estação meteorológica auxiliar localizada junto à área experimental, com exceção da radiação solar global, que foi medida na estação meteorológica principal da EEA-UFRGS, situada cerca de 1500 m do local do experimento.

A evapotranspiração de referência (ET_o) (mm/dia) foi obtida, em nível diário, pelos seguintes métodos:

A) Evaporação de tanque "classe A" (ET_{o1})

$$ET_{o1} = E_o \quad (1)$$

onde: E_o = evaporação do tanque "classe A".

B) Método do tanque "classe A"/FAO (ET_{o2})

$$ET_{o2} = K_p \cdot E_o \quad (2)$$

onde: K_p = coeficiente de tanque, obtido em DOORENBOS & PRUITT (1977), considerando a exposição de tanque circundado por grama e a posição de 1000 m.

C) Método da radiação/FAO (ET_{o3})

$$E_{to3} = a + b W R_s \quad (3)$$

onde:

$$W = [s / (s + \gamma)]$$

R_s = radiação solar global convertida em mm/dia de evaporação equivalente;

$$\gamma = 0,66 \text{ mb}^\circ\text{C};$$

s = tangente à curva de pressão de saturação de vapor d'água obtida com a seguinte equação (WRIGHT, 1982):

$$s = 33,8639 [0,05994 (0,00783T + 0,8072)^2 - 3,42 \times 10^{-5}] \quad (4)$$

a e b = coeficientes obtidos na Tabela 1, gerada com base no procedimento gráfico apresentado por DOORENBOS & PRUITT (1977).

D) Método de Penman (E_{to4})

$$E_{to4} = \left\{ \left[\frac{s}{s + \gamma} \right] R_n + \left[\frac{\gamma}{s + \gamma} \right] E_a \right\} \quad (5)$$

onde: R_n = saldo de radiação em $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{dia}$ convertido em mm/dia de evaporação equivalente e estimado conforme BERGAMASCHI & GUADAGNIN (1990):

$$R_n = 18,81 + 0,69 R_s$$

E_a = termo aerodinâmico estimado pela equação:

$$E_a = 0,35 (1 + 0,0098 U_2) (e_s - e) \quad (7)$$

onde: U_2 = velocidade do vento a 2 m acima do solo (milhas/dia);

$(e_s - e)$ = déficit de saturação de vapor d'água no ar (mm de Hg).

e_s = pressão de saturação do vapor d'água no ar (mb) estimado em função da temperatura média do ar (T) em $^\circ\text{C}$ (WRIGHT, 1982):

$$e_s = 6,105 + 4,44 \times 10^{-1} T + 1,434 \times 10^{-2} T^2 + 2,623 \times 10^{-4} T^3 + 2,953 \times 10^{-6} T^4 + 2,559 \times 10^{-8} T^5$$

e = pressão parcial de vapor d'água no ar, em mb, obtido a partir da equação de definição da umidade relativa (%) ($UR = 100 e/es$).

O coeficiente $[\gamma/(s+\gamma)]$ foi obtido a partir da relação:

$$[\gamma/(s+\gamma)] = 1-[s/(s + \gamma)] \quad (9)$$

A partir dos valores diários de ET_m da alfafa e de ET_o (equações 1, 2, 3 e 5) foram calculados os coeficientes de cultura (K_c), conforme segue:

$$K_{c1} = E_{tm}/E_{to1} \quad (10)$$

$$K_{c2} = E_{tm}/E_{to2} \quad (11)$$

$$K_{c3} = E_{tm}/E_{to3} \quad (12)$$

$$K_{c4} = E_{tm}/E_{to4} \quad (13)$$

O ajuste das curvas de K_c , dentro do período entre os cortes, foi feito em função do número de dias após o corte, por meio de análise de regressão, optando-se pelo modelo de maior coeficiente de determinação.

Tabela 1 - Coeficientes a e b para estimativa da evapotranspiração pelo método da radiação/FAO, gerados a partir do procedimento gráfico apresentado por DOORENBOS & PRUITT (1977)

Vento Diurno (m/s)	Umidade Relativa Média (%)							
	< 40		40 - 55		55 - 70		> 70	
	a	b	a	b	a	b	a	b
< 2	-0,50	1,05	-0,27	0,97	-0,50	0,90	-0,38	0,82
2 - 5	-0,43	1,13	-0,37	1,07	-0,52	0,98	-0,34	0,86
5 - 8	-0,47	1,22	-0,17	1,12	-0,46	1,04	-0,20	0,90
> 8	-0,10	1,25	-0,13	1,18	-0,24	1,06	-0,16	0,94

* Período diurno: 7 - 19 h.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de cultura, Kc -médio, Kc -máximo e Kc -mínimo, para cortes de primavera-verão da alfafa cultivada na Região Sul do Brasil, obtidos a partir dos Kc ajustados em função do número de dias após o corte, encontram-se na Tabela 2. Segundo publicação da FAO, (DOORENBOS & PRUITT, 1977), estes valores de Kc são de interesse para o planejamento e manejo da irrigação em alfafa.

Na Tabela 2, constata-se que há uma variação nos valores de Kc em função do método utilizado na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o). Este fato contraria a afirmação de DOORENBOS & PRUITT (1977), segundo a qual é suficiente apenas um conjunto de Kc , independente do método de estimativa de ET_o ; particularmente, confrontando-se Kc_2 e Kc_3 , que envolvem dois métodos de estimativa de ET_o indicados pelos citados autores. A dependência do valor do Kc ao método de estimativa de ET_o também tem sido observada por MATZENAUER *et al* (1982) e (1983) em milho; ASSIS & VERONA (1991) em sorgo; BERLATO *et al* (1986) e COSTA *et al* (1989) em soja e MATZENAUER *et al* (1991) em feijão.

Em termos de magnitude, os valores encontrados para Kc -médio, 0,88 a 1,15, e para Kc -máximo,

Kc^*	Kc -médio	Kc -máximo	Kc -mínimo
$Kc_1 = ET_m/ET_{o1}$	0,88	1,23	0,15
$Kc_2 = ET_m/ET_{o2}$	1,04	1,40	0,17
$Kc_3 = ET_m/ET_{o3}$	1,15	1,55	0,21
$Kc_4 = ET_m/ET_{o4}$	1,12	1,57	0,21

* ET_m - evapotranspiração máxima da alfafa;
 ET_{o1} - evaporação de tanque "Classe A";
 ET_{o2} - método do tanque "Classe A"/FAO;
 ET_{o3} - método da radiação/FAO e
 ET_{o4} - método de Penman (1948).

1,23 a 1,57, foram superiores aos recomendados pela FAO (DOORENBOS & PRUITT, 1977), que, para uma região de clima úmido e regime de ventos fracos a moderados, são 0,85 e 1,05, respectivamente. Este fato está de acordo com o que tem sido observado no Brasil para outras culturas como em milho por MATZENAUER *et al* (1981); em soja por BERLATO *et al* (1986) e COSTA *et al* (1989); em feijão, cana-de-açúcar e repolho por Encarnação (1980), Barbieri & Villa Nova (1981) e por Cury & Villa Nova (1986), respectivamente, citados por VILLA NOVA (1987).

Com relação aos Kc -mínimo, variando de 0,15 a 0,21, verifica-se que são inferiores ao valor de 0,5, preconizado pela FAO. Estes valores de Kc -mínimo foram observados na alfafa imediatamente após o corte, quando a área foliar residual era muito pequena em relação a fases posteriores de desenvolvimento da alfafa. Coeficientes de cultura, para o início do ciclo, inferiores aos recomendados pela FAO também foram determinados no Brasil por Barbieri & Villa Nova (1986), citados por VILLA NOVA (1987), em cana-de-açúcar, e por ENCARNAÇÃO *et al* (1987) na cultura da batatinha. Entretanto, boa concordância entre Kc determinado no Brasil e Kc da FAO, no início do ciclo de desenvolvimento da cultura e em nível de valores máximos, foi obtida por ASSIS & VERONA (1991) em sorgo, sendo que, no final do ciclo, os valores de Kc local foram cerca de 30 % superiores aos da FAO.

O Kc -médio igual a 0,88, para $Kc1$, ajusta-se ao trabalho de SNAYDON (1972) na Austrália, que encontrou resposta decrescente no rendimento da alfafa, quando a água aplicada por *irrigação + chuva* foi superior a 0,8 da evaporação de tanque "classe A". Também na Austrália, LOWE *et al* (1987), em um estudo de avaliação de cultivares de alfafa sob irrigação, adotaram, como critério de manejo do suprimento de água, a quantidade de 0,85 vezes a evaporação de tanque "classe A".

A Figura 1 mostra as curvas de coeficientes de cultura da alfafa, para $Kc1$, $Kc2$, $Kc3$ e $Kc4$, respectivamente; estimadas entre cortes, em função do número de dias após o corte, de acordo com os modelos matemáticos apresentados na Tabela 3. De modo geral, a tendência de variação dos Kc foi a mesma, com valores menores imediatamente após o corte, aumentando rapidamente com o desenvolvimento da cultura, em função da área foliar e cobertura do solo, atingindo valores máximos um pouco antes ou no dia anterior ao corte, e, após este, caindo a níveis mínimos. Este padrão de variação de Kc para a alfafa é idêntico, em forma, aos apresentados por DOORENBOS & PRUITT (1977) e por WRIGHT (1982), exceto que, este último autor adotou, como cultura de referência a própria alfafa e não uma superfície gramada, de modo que o seu valor de Kc -máximo é igual a 1.

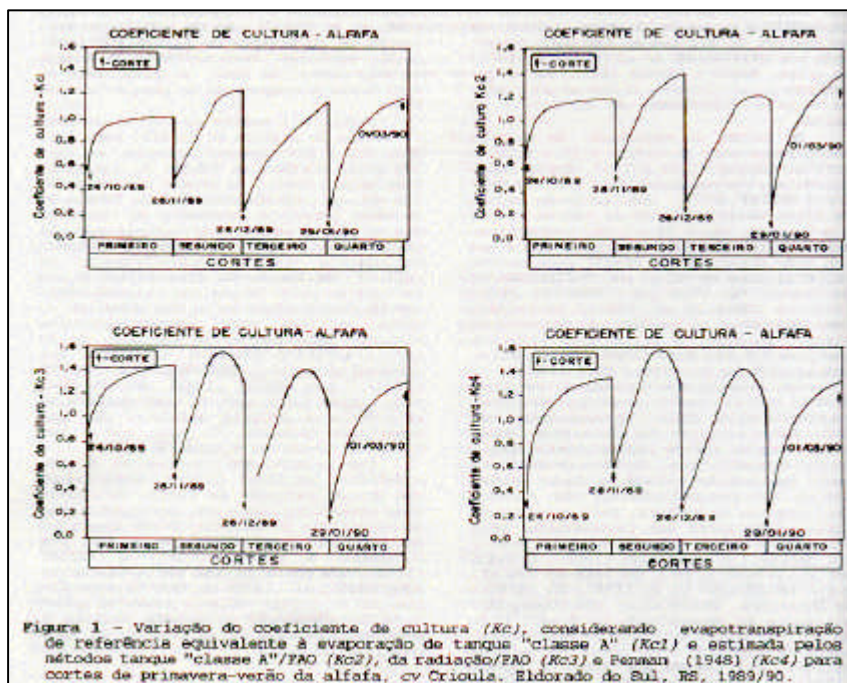


Figura 1 - Variação do coeficiente de cultura (K_c), considerando evapotranspiração de referência equivalente à evaporação de tanque "classe A" (K_{c1}) e estimada pelos métodos tanque "classe A"/FAO (K_{c2}), da radiação/FAO (K_{c3}) e Penman (1948) (K_{c4}) para cortes de primavera-verão da alfafa, cv Cricúla, Eldorado do Sul, RS, 1989/90.

Com relação aos valores de K_c não ajustados, em nível diário, observou-se uma grande variação em função de condições meteorológicas e das características da superfície da cultura, sendo esse tipo de variação previsível, de acordo com DOORENBOS & PRUITT (1977) e WRIGHT (1982), que destacam como particularmente acentuado o efeito da umidade da superfície, no início do ciclo de rebrote, quando a cobertura do solo pela cultura é pequena, elevando os valores de K_c após chuva ou irrigação.

Tabela 3 - Equações de ajuste dos coeficientes de cultura em função do número de dias após o corte, considerando como evapotranspiração da cultura de referência a evaporação de tanque "classe A" (K_{c1}) ou calculada pelo método do tanque "classe A"/FAO (K_{c2}); método da radiação/FAO (K_{c3}) e método de Penman (1948) (K_{c4}).

K_c	Corte - Equação*	R^2
--- K_{c1} ---	1 $Y = 1,023357 * X / (0,9406829 + X)$	0,35
	2 $Y = 0,4281354 * \text{EXP} (9,552663 E -02 * X + \{-2,708808 E -03\} * (X**2) + \{2,271237 E -05\} * (X**3))$	0,69
	3 $Y = 0,2066857 * X ** (0,448284 + 2,614189 E -02 * \text{lg}(X))$	0,53
	4 $Y = 1,506465 * X / (8,98291 + X)$	0,81
--- K_{c2} ---	1 $Y = 1,216499 * X / (0,9371717 + X)$	0,38
	2 $Y = 0,5128409 * \text{EXP} (0,1116521 * X + \{-4,511028 E -0,3\} * (X**2) + 6,511364 E -05 * (X**3))$	0,66
	3 $Y = 0,2642489 * \text{EXP} (0,1206017 * X + \{-2,798447 E -03\} * (X**2) + 1,594231 E -05 * (X**3))$	0,59
	4 $Y = 1,855217 * X / (9,745286 + X)$	0,83
--- K_{c3} ---	1 $Y = 0,8895543 * X ** (0,1828272 + \{-3,101777 E -02\} * \text{lg}(X))$	0,28
	2 $Y = 0,5064047 * \text{EXP} (0,1271376 * X + \{-3,930733 E -03\} (X**2) + 1,743074 E -05 * (X**3))$	0,72
	3 $Y = 0,2761849 * \text{EXP} (0,1414296 * X) + \{-3,247486 E -03\} * (X**2) + 6,900806 E -06 * (X**3)$	0,59
	4 $Y = 1,560943 * X / (6,368326 + X)$	0,86
--- K_{c4} ---	1 $Y = 1,462829 * X / (3,10292 + X)$	0,79
	2 $Y = 0,5161941 * \text{EXP} (0,1247192 * X + \{-3,811704 E -03\} * (X**2) + 1,724074 E -05 * (X**3))$	0,72
	3 $Y = 0,2836723 * \text{EXP} (0,1378168 * X) + \{-3,113597 E -03\} * (X**2) + 6,337979 E -06 * (X**3)$	0,58
	4 $Y = 1,609681 * X / (6,538889 + X)$	0,86

* 1-2-3-4: primeiro-segundo-terceiro-quarto corte, respectivamente; $Y=K_c$ ajustado e X =número de dias após o corte.

CONCLUSÕES

1. Os coeficientes de cultura (Kc) não ajustados, em nível diário, apresentam uma grande variação em função das condições meteorológicas, disponibilidade de umidade na superfície do solo e estágio de desenvolvimento da cultura.

2. Os valores dos coeficientes de cultura (Kc) são dependentes do método de estimativa da evapotranspiração da cultura de referência (ET_o -grama).

3. Em termos de confiabilidade de recomendação dos Kc determinados para a alfafa, cultivada nas condições de clima subtropical da Região Sul do Brasil, destacam-se a semelhança na forma das curvas de Kc com as obtidas em outras regiões do mundo, bem como o seu comportamento de superar os valores recomendados pela FAO (DOORENBOS & PRUITT, 1977), quanto ao Kc -médio e Kc -máximo, de modo análogo ao verificado nas determinações feitas para outras culturas no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G., JENSEN, M.E., WRIGHT, J.L. *et al* Operational estimates of reference evapotranspiration.

Agronomy Journal, Madison, v.81, n.4, p.650-662, 1989.

ASSIS, F.N. , VERONA, L.A.F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.5, p.665-670, 1991.

BERGAMASCHI, H. , GUADAGNIN, M.R. **Agro-clima da Estação Experimental**

Agronômica/UFRGS. Porto Alegre: Fac. de Agronomia-UFRGS, 1990. 1 v. 73 p.

BERGAMASCHI, H., SANTOS, M.L.V., MEDEI-ROS, S.L.P. *et al*. Instalação e uso de um lisímetro de

balança no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, VII, 1991, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/UFV, 1991. 314p. p.176- 177.

BERLATO, M.A., MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja em

relação com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação de tanque "classe A" e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.22, n.2, p.243-259, 1986.

COSTA, J.P.R.; AZEVEDO, P.V.; LEITÃO, M.M.V.B.R. Comportamento estacional do coeficiente de

cultivo em cultura de soja irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA,

- VI, 1989, Maceió, Al. **Anais...** Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. 491p. p.283-291.
- CUNHA, G.R. **Evapotranspiração e função de resposta à disponibilidade hídrica em alfafa.** Porto Alegre, 1991, 197p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Las necesi-dades de água de los cultivos.** Roma: FAO, 1977. 194p. Riego y Drenaje, n.24.
- ENCARNAÇÃO, C.R.F., VILLA NOVA, N.A., ANGELOCCI, L.R. Exigências hídricas e coeficientes culturais da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOLOGIA, V, 1987, Belém, PA. **Coletânea de Trabalhos...** Belém: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1987. 518p. p.143-153.
- LOWE, K.F., GRAMSHAW, D., BOWDLER, T.M. *et al.* Yield, persistence and field assessment of lucerne cultivars and lines under irrigation in the Queensland subtropics. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.21, n.4, p.168-181, 1987.
- MATZENAUER, R., BUENO, A.C., MALUF, J.R.T. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura para feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOLOGIA, VII, 1991, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia-UFV, 1991. 314p. p.235- 237.
- MATZENAUER, R., WESTPHALEN, S.L., BERGA-MASCHI, H. *et al.* Evapotranspiração do milho (*Zea mays* L.) e sua relação com a evaporação do tanque classe A. **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.273-295, 1981.
- MATZENAUER, R., WESTPHALEN, S.L., BERGA-MASCHI, H. Relações entre a evapotranspiração do milho, radiação global e saldo de radiação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.7, p.1051- 1056, 1982.
- MATZENAUER, R., WESTPHALEN, S.L., BERGA-MASCHI, 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.
- SAIBRO, J.C. Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, VII, 1984, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p.61-106.
- SAMMIS, T.W., MAPEL, C.L., LUGG, D.G. *et al.* Evapotranspiration crop coefficients predicted using growing - degree-days. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.28, n.3, p.773-780, 1985.

SNAYDON, R.W. The effect of total water supply, and frequency application, upon lucerne. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.23, n.2, p.239-251, 1972.

WRIGHT, J.L. New evapotranspiration crop coefficients. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v.108, n.2, p.57-74, 1982.

WRIGHT, J.L., JENSEN, M.E. Development and evaluation of evapotranspiration models. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.21, p.88-96, 1978.

VILLA NOVA, N.A. Estimativa da demanda hídrica das culturas. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 226p. p.14-26.