

**RELAÇÃO ENTRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO E O ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DA
CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) IRRIGADO E SUBMETIDO AO DÉFICIT
HÍDRICO EM DIFERENTES TIPOS DE SOLO**

Reginaldo Ferreira SANTOS¹, Reinaldo Prandini RICIERY², Marcio Antonio VILAS BOAS³

RESUMO

Com o objetivo de determinar a evapotranspiração real (ET_r), a evapotranspiração máxima (ET_m) e o índice de área foliar (IAF) para a cultura do milho (*Zea mays* L.) irrigado e submetido ao déficit hídrico em diferentes tipos de solos, através do balanço hídrico no solo e climatológico. O trabalho foi desenvolvido em um conjunto de 12 lisímetros de drenagem protegido das precipitações por uma cobertura de polietileno de baixa densidade em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da UFSM, Santa Maria RS. Os resultados mostraram que os valores de ET_r foram superiores aos valores de ET_m calculados pelos métodos de Penman, Turkey e Tanque Classe A". O IAF mostrou variação semelhante aos valores de evapotranspiração ao longo do ciclo da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração; índice de área foliar, milho.

INTRODUÇÃO

Segundo Carlesso (1995), o suprimento de água às plantas é determinado pela habilidade da cultura em utilizar a água armazenada no solo e a demanda da atmosfera a qual é determinada pela combinação dos fatores meteorológicos interagindo com o dossel vegetativo da cultura. A resposta mais comum das plantas ao déficit hídrico, segundo McCree & Fernández (1989) e Taiz & Zeiger (1991), consiste no decréscimo na produção da área foliar e aceleração da senescência das folhas. Quando as plantas são expostas ao déficit hídrico elas frequentemente exibem respostas fisiológicas que resultam, de modo indireto, na conservação da água no solo como se estivessem economizando para períodos posteriores.

O conhecimento da disponibilidade de água para as culturas nos períodos críticos é determinada através da evapotranspiração ao longo do ciclo da cultura. A evapotranspiração constitui-se das somas das perdas de água por evaporação do solo através da mudança da fase líquida para a fase gasosa e da transpiração da planta que é a perda de água que foi utilizada nos diferentes processos metabólicos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas (Burman et al. 1980).

Desta maneira o conhecimento da evapotranspiração torna-se fundamental em projetos de irrigação, já que nos permite determinar a quantidade de água que devemos repor ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais.

Tem-se verificado que a evapotranspiração está intimamente relacionada com o índice de área foliar, sendo que o índice de área foliar sofre diminuição quando ocorre redução no conteúdo de água no perfil do solo. Assim a determinação do IAF nos auxilia a entender melhor o comportamento de

¹ Engenheiro Agrônomo MSc. Doutorando em Irrigação e Drenagem - FCA/UNESP, Botucatu CP. 237, CEP 18603-970 pgirrigacao@fca.unesp.br - Tel. (014) 8213883 - FAX: (014) 821 3438.

² Físico Dr. Prof. Departamento de Matemática - UNIOESTE/Cascavel, PR

³ Engenheiro Agrícola Dr. Prof. Departamento de Engenharia - UNIOESTE/Cascavel, PR.

processos com a interceptação de radiação solar assimilação fotossintética e a própria evapotranspiração.

O objetivo deste trabalho foi o de determinar a relação entre a evapotranspiração e o índice de área foliar para o milho (*Zea mays* L.) irrigado e submetido ao déficit hídrico em diferentes tipos de solo ao longo do ciclo da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 1995/1996 em área experimental do Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Utilizou-se um conjunto de 12 lisímetros de drenagem, constituído de caixas de cimento amianto de 1000 litros, com dimensões de 1,56 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,80 m de profundidade. Os lisímetros foram protegidos das precipitações através de uma cobertura de plástico transparente. Os lisímetros foram preenchidos com solo de textura argilosa (Latosolo roxo distrófico), franca (Podzólico vermelho-amarelo) e arenosa (Podzólico vermelho-amarelo), coletados da camada de 0 a 20cm de profundidade.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois manejos da água de irrigação (irrigado e déficit hídrico terminal aplicado durante o estágio de desenvolvimento vegetativo) e três tipos de solo, com duas repetições, perfazendo 12 parcelas experimentais. A irrigação foi suspensa para os tratamentos com déficit hídrico aos 15 dias após a emergência das plantas.

A adubação de correção e manutenção foi baseada nos resultados da análise do solo seguindo a recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC (1989). Na utilizou-se o equivalente a 3200 kg ha⁻¹ de calcário, 120 kg N ha⁻¹, 20 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 20 kg K₂O ha⁻¹ no solo de textura argilosa; 13.600 kg ha⁻¹ de calcário, 140 kg N ha⁻¹, 110 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 70 kg K₂O ha⁻¹ no solo de textura franca e; 3.200 kg ha⁻¹ de calcário, 160 kg N ha⁻¹, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 70 kg K₂O ha⁻¹ no solo de textura arenosa. O calcário foi aplicado 60 dia antes da semeadura e a adubação de manutenção foi realizada em linha por ocasião da semeadura. O nitrogênio foi realizado na linha utilizando uréia parcelada em três aplicações: na base, e aos 30 e 45 dias após a emergência da plantas (DAE).

O experimento foi implantado no dia 23 de fevereiro de 1996 e a emergência ocorreu no dia 27/02/96. O espaçamento das plantas foi de 15cm entre plantas e 100cm entre-linhas, perfazendo uma população de 66.666 plantas ha⁻¹. A área em volta do experimento foi cultivada com a cultura de milho proporcionando uma bordadura de aproximadamente 500m².

O desbaste foi realizado aos cinco dias após a emergência (DAE) das plantas e a irrigação foi realizada igualmente em todos os lisímetros até 15 DAE. Após este período, foram realizadas irrigações somente nos tratamentos irrigados.

Foram selecionadas e identificadas quatro plantas por lisímetros para determinações não destrutivas da área foliar, altura de plantas e alongação das folhas. As determinações foram realizadas de três a quatro vezes por semana. A área foliar foi determinada, em todas as folhas da planta, desde a emergência das folhas do cartucho até o aparecimento da bainha das folhas. A área foliar foi determinada pela produto do comprimento da folha pela largura máxima multiplicada pelo fator 0,75 O índice de área foliar foi calculado pela razão entre a área foliar da planta e a área de solo ocupada pela planta. A área foliar senescente foi determinada em subtração a área foliar verde.

Os valores de evapotranspiração real (ETr) foram estimados com base na determinação do balanço

hídrico no solo. em cada uma das 12 parcelas até a profundidade de 60 cm. considerando-se como sendo a profundidade efetiva da cultura a que serviu também para caracterizar o movimento de água no solo. Os valores de evapotranspiração potencial foram estabelecidos através dos métodos de Penmam, Turkey e Tanque Classe A.

Os resultados foram submetidos a análise estatística, utilizando-se o programa Statistical Analysis System V6.06 (SAS, 1990). Determinou-se a análise da variância e os tratamentos foram comparados em nível de 5% de probabilidade através do teste F (níveis de irrigação) e pelo teste de Tukey para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de evapotranspiração obtidos a partir do balanço hídrico no solo e climatológico assim como o índice de área foliar e a senescencia determinados para as 5 fases de desenvolvimento da cultura do milho irrigado e submetido ao déficit hídrico, cultivado em diferentes solos, encontram-se na Tabela 1 e 2

Tabela 1. Valores médios de evapotranspiração e índice de área foliar IAF determinados para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura do milho irrigado cultivado em solos de diferentes texturas.

Variáveis	Vegetativo	Reprodutiva ⁽¹⁾	Reprodutiva ⁽²⁾	Formação dos grãos	Maturação
IAF argilosa	3.33	4.69	4.85	4.50	3.02
IAF franca	2.64	4.23	4.59	4.51	3.45
IAF arenosa	2.85	4.40	4.66	4.61	3.77
Etr argilosa	1.95	4.38	3.67	2.39	2.01
Etr franca	2.58	3.21	3.39	2.84	1.58
Etr arenosa	2.58	3.72	4.17	3.16	2.07
T-CA	1.77	2.49	1.98	1.37	1.34
Etp (P)	1.04	1.70	1.11	0.73	0.70
Etp (T)	2.04	2.65	2.42	1.80	1.46

⁽¹⁾ pendoamento; ⁽²⁾ polinização

Analisando os valores de evapotranspiração e o índice de área foliar durante todo o ciclo da cultura do milho irrigado, verifica-se que estes mostraram um comportamento semelhante para as diferentes texturas estudadas, aumentando até a fase reprodutiva de abertura do estigma e posteriormente tendendo a diminuir quando foi evidenciada a fase de maturação da cultura.

Tabela 1. Valores médios de área senescente (cm²) e índice de área foliar comparado com a evapotranspiração para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura do milho cultivado em solos de diferentes texturas submetidos ao déficit hídrico.

Variáveis	Vegetativo	Reprodutiva ⁽¹⁾	Reprodutiva ⁽²⁾	Formação dos grãos	Maturação
AFS - arg	0,01	0,14	3780,63	20146,12	35371,33
AFS - frc	0,01	0,12	3928,32	20618,50	34646,67
AFS - arn	0,04	0,22	4478,85	20808,50	36286,167
IAF - arg.	3,05	3,82	3,52	2,13	0,61
IAF - frc	2,37	3,61	3,37	2,03	0,62
IAF - arn	2,76	3,89	3,41	2,29	0,74
Etr - arg	5,81	2,09	0,63	0,32	0,23
Etr -frc	3,01	2,91	2,46	1,05	0,59

Etr - arn	4,36	2,99	0,78	0,28	0,06
T-CA	1,77	2,49	1,98	1,37	1,34
Etp (P)	1,04	1,70	1,11	0,73	0,70
Etp (T)	2,04	2,65	2,42	1,80	1,46

⁽¹⁾ pendoamento; ⁽²⁾ polinização; AFS: área foliar senescente; arg: argilosa; frc: franca; arn: arenosa

Analisando os valores de evapotranspiração e o índice de área foliar durante todo o ciclo da cultura do milho submetido ao déficit hídrico terminal, verifica-se que estes mostraram um comportamento semelhante para as diferentes texturas estudadas, aumentando até a fase reprodutiva de emissão do pendão posteriormente tendendo a diminuir quando foi evidenciada a fase de maturação da cultura. Entretanto, os tratamentos submetidos ao déficit hídrico diferem dos tratamentos irrigados entre as fases reprodutiva, quanto a redução do IAF e da evapotranspiração na fase inicial devido a redução do armazenamento da água no solo provocada pelo déficit hídrico.

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam uma maior redução no índice de área foliar para as plantas de milho cultivadas em solo de textura argilosa do que para as plantas cultivadas em solos de textura franca e arenosa, isto, ocorreu devido a maior senescência das folhas provocada pela rápida redução na disponibilidade de água no solo. Resultados similares também foram encontrados por Ludlow & Muchow (1990); Carlesso (1993) e Klubertanz et al. (1996). Por outro lado, nas plantas mantidas sob irrigação observou-se maior índice de área foliar para as plantas cultivadas no solo de textura argilosa. A redução no índice de área foliar observada para as plantas de milho submetidas ao déficit hídrico limitou a área foliar fotossinteticamente ativa das plantas, funcionando como um mecanismo de adaptação das plantas para reduzir as perdas de água por transpiração.

As Figuras 1 e 2 apresentam o comportamento da Etr e do IAF ao longo do ciclo da cultura do milho irrigado e submetido ao déficit hídrico nos diferentes tipos de solo. Verifica-se que o IAF determinado apresentou um comportamento bem definido e coerente com aqueles encontrados na literatura para todas as fases de desenvolvimento.

CONCLUSÃO

Comparando resultados de índice de área foliar e evapotranspiração, pode-se dizer que efetivamente o maior valor de IAF e nos milho cultivado sob irrigação encontra-se no período de maior exigência evapotranspirativa que ocorreu na fase reprodutiva de polinização. Já o maior valor de IAF nos milho em cultivo submetido ao déficit hídrico terminal encontra-se no período reprodutivo inicial (pendoamento) devido a redução do armazenamento de água no solo. Sendo portanto o IAF um bom indicador do consumo de água da cultura.

BIBLIOGRAFIA

BURMAN. R. D.; NIXON P. R.; WRIGTH. J. L.; PRUITT W. O. Water requeriment. In: JENSEN. M. **Desing and operation of farm irrigation system**. St. Joseph. ASAE. 1980. Cap. 6 p.189-232.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível vesus extrível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.1, p.183-188, 1995.

CARLESSO,R. **Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments**. Ph.D. Dissertation. Michigan State University. East Lansing, MI. EUA. 1993.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações da adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 2 ed. 1989. 128p.

KLUBERTANZ, T.H., PEDIGO, L.P., CARLSON, R.E. Soybean physiology, regrowth, and senescence in response to defoliation. **Agronomy Journal**, v.88, p.577-582, 1996.

LUDLOW, M.M. & MUCHOW, R.C. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water-limited environments. **Advance in Agronomy**, v.43, p.107-153, 1990.

McCREE, K.J., FERNÁNDEZ, C.J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, v.29, p.353-360, 1989.

SAS. Institute Inc. **SAS Procedures Guide, Version 6.** Third edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1990. 705p.

TAIZ, L., ZEIGER. **Plant Physiology.** The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, California, 1991.

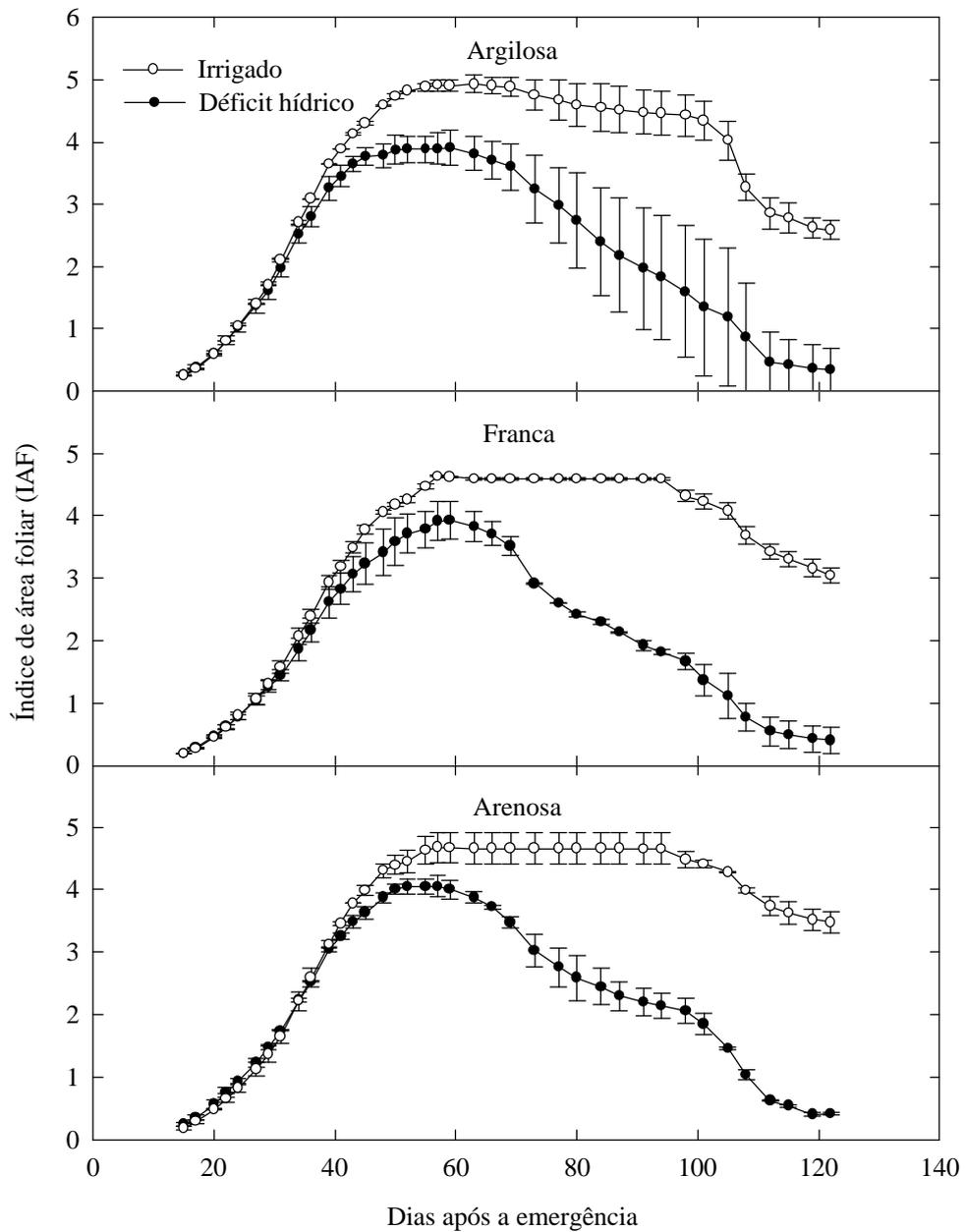


Figura 1 - Índice de área foliar (IAF) das plantas de milho submetida a déficit hídrico terminal e irrigadas cultivadas em solos de diferentes texturas. Santa Maria, RS.

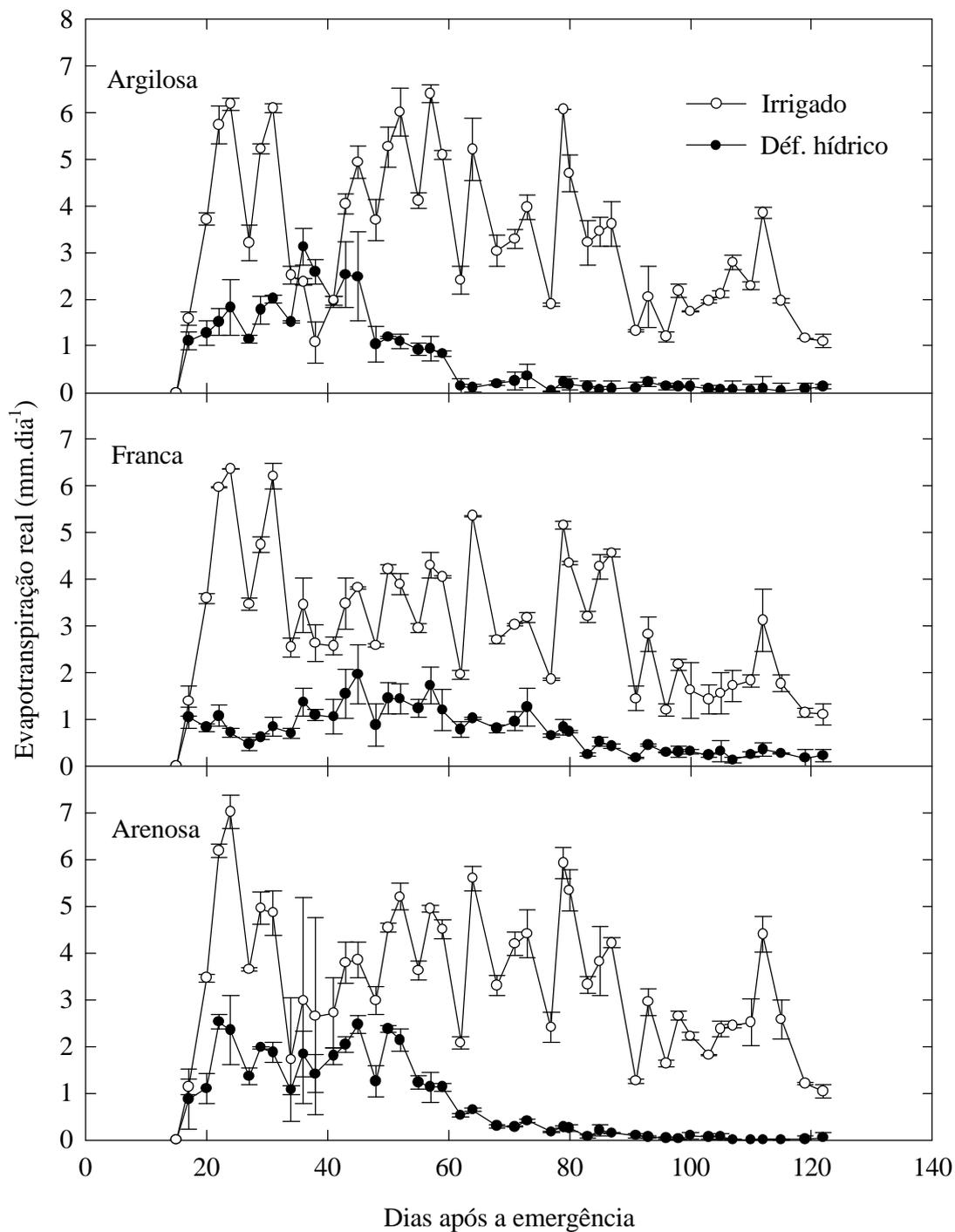


Figura 2 - Evapotranspiração real (Etr) em mm/dia de plantas de milho submetida a déficit hídrico terminal e irrigadas cultivadas em solos de diferentes texturas. Santa Maria, RS.