

EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA E COEFICIENTE DE CULTURA DO MILHO (Zea mays L.), NO PERÍODO SECO EM SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER - MT(1).

MAXIMUM MAIZE (Zea mays L.) EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENT DURING THE DRY SEASON IN SANTO ANTONIO DO LEVERGER-STATE OF MATO GROSSO-BRAZIL.

Fernando Tadeu Caseiro(2), José Holanda Campelo Júnior(3) e Nicolau Priante Filho(4).

RESUMO

Com a finalidade de determinar o coeficiente de cultura para o milho e compará-lo com o da literatura, foi conduzido um trabalho experimental entre os dias 10 de abril e 30 de agosto de 1994 na Fazenda Experimental da FAMEV/UFMT, localizada no Município de Santo Antônio do Leverger (clima Aw segundo a classificação de Köppen). Na Estação Agroclimatológica da Fazenda Experimental foram coletados os dados necessários para a determinação da evapotranspiração de referência pelo método de PENMAN (1948), a evaporação do tanque Classe A e a evapotranspiração de referência medida em lisímetro de drenagem e lisímetro de nível constante. Em outra área foi instalada uma bateria de quatro lisímetros de drenagem e um pluviômetro, onde foram coletados os dados de evapotranspiração máxima diária da cultura do milho. Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre as estimativas de evapotranspiração de referência, sendo o maior valor obtido com o lisímetro de nível constante e o menor, com o método de PENMAN (1948). Em média, a evapotranspiração máxima do milho ao longo do ciclo variou entre 3,26 a 7,17 mm.dia-1, ficando a média total de todo o ciclo em 5,17 mm.dia-1. O consumo médio acumulado de água no ciclo foi de 668,19 mm. Os coeficientes de cultura (Kc) médios obtidos pelos cinco métodos empregados em todo o ciclo da cultura variaram de 1,28 a 1,75. Em todo o ciclo da cultura o Kc medido foi superior ao Kc sugerido por DRIESSEN & KONIJN (1992).

Palavras-chave: milho, coeficiente de cultura, evapotranspiração, irrigação.

SUMMARY.

Aiming to determinate maize crop coefficient (Kc) and to compare it with that of literature, an experimental study was conducted from 10th of April to 30th of August 1994, at the FAMEV/UFMTs Experimental Farm in the Santo Antonio do Leverger District, (Aw climate, as per KÖPPENS classification). Agriculmatological data used to calculate Penmans (1948) reference crop evaporation equation were collected at Agroclimatological station of Experimental Farm. The evaporation was measured through the classe A pan, and reference evaporation through draining lisimeter and constant level lisimeter. To collect data about daily maximum evaporation of maize were installed in another area a four draining lisimeter battery and one pluviometer. The analysis of the data, shown that there is a significant difference between the reference evapotranspiration estimatives, the higher value was found with the constant level lisimeter, and the lower value was found with the PENMANs method (1948). The maximum maize evapotranspiration through the cycle, averaged between 3.26 to 7.17 mm.day-1, staying the total average of 5.17 mm.day-1 in the whole cycle. The average accumulated water consumption in the cycle was 668.19 mm. The medium crop coefficient obtained in the five methods used in the whole culture cycle, varied from 1.28 to 1.76. The measured Kc in the whole culture cycle was higher than the Kc suggested by DRIESSEN & KONIJN (1992).

Key words: corn, crop coefficient, evapotranspiration, irrigation.

INTRODUÇÃO

Uma das culturas de destaque na agricultura matogrossense é o milho (*Zea mays* L.), que tem sido cultivado de modo isolado ou como cultura secundária em sucessão à soja, constituindo a safrinha. A irrigação pode representar um aumento de produtividade na safrinha e mesmo a obtenção de uma segunda safra de milho no Estado de Mato Grosso, quando cultivado no período seco.

As informações de evapotranspiração de referência (ET_o), máxima de cultura (ET_m) e coeficientes de cultura (K_c) encontradas na literatura, em sua grande maioria vêm de regiões onde as condições climáticas são diferentes das encontradas no cerrado brasileiro, que apresenta um regime pluviométrico bem definido, dividido em período úmido e período seco. Por esse motivo, é necessário que se façam comparações entre as informações encontradas na literatura e as obtidas dentro da realidade climática da região do cerrado.

A equação proposta por PENMAN (1948) para a estimativa da evapotranspiração é uma combinação da energia líquida disponível ao sistema com a velocidade de troca no processo de transporte de massa, porém, ROSEMBERG (1969), utilizando a evapotranspiração estimada pela equação de Penman comparada com a medida por lisímetro de pesagem em uma cultura de alfafa, verificou que o método de Penman subestimou em trinta por cento a evapotranspiração potencial medida, quando as condições de forte advecção de energia estavam presentes.

Dentro dos métodos indiretos de estimativa de evapotranspiração de referência (ET_o), o método do tanque Classe A tem despertado a atenção de pesquisadores de várias partes do mundo, por sua facilidade de fabricação, instalação e manutenção. CHANG (1971), comparando oito métodos de estimativas de evapotranspiração potencial, concluiu que, levando em consideração a precisão, facilidade no manuseio, custo e o tempo necessário para se determinar a evapotranspiração potencial, a estimativa dada pelo método do tanque Classe A é satisfatória para uso no campo.

Dentro dos métodos diretos de medição da evapotranspiração de referência (ET_o) encontram-se os lisímetros ou evapotranspirômetros, de drenagem e nível constante.

Segundo SEDIYAMA (1987), a determinação da necessidade de água de uma cultura usando a evapotranspiração de referência foi proposta por Van Wijk e de Vries, através de um coeficiente adimensional, conhecido como coeficiente de cultivo ou de cultura e que permite obter a necessidade de água de uma cultura em seus diferentes estádios de desenvolvimento.

SAMMIS et al. (1985), estudando a evapotranspiração mensal obtida pela equação de Penman para o milho, alfafa, algodão e sorgo, relacionaram os coeficientes de cultura fornecidos pela equação ET_m/ET_o em períodos mensais com a soma térmica, concluindo que houve menor variabilidade dos resultados quando utilizaram a soma térmica, exceto para o algodão.

O período necessário para o completo desenvolvimento de uma cultura esta relacionado com a fisiologia da cultura e a temperatura do lugar, e pode ser determinado pela soma da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura base efetiva de crescimento. Em qualquer momento do ciclo, o desenvolvimento parcial desta cultura pode ser estimado pela divisão da temperatura média efetiva acumulada até o momento, pelo valor da soma térmica da cultivar específica, e a maturação estará completa quando este resultado for igual a um (01). Baseados nisso e em um fator de correção variável com a altura da planta, DRIESSEN & KONIJN (1992) propuseram um modelo matemático capaz de estimar os coeficientes de cultura ao longo do ciclo de várias culturas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a evapotranspiração máxima e o coeficiente de cultura do milho, no período seco, em Santo Antônio do Leverger - MT, e compará-los com os encontrados na literatura.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho experimental foi conduzido entre os dias 23 de abril e 30 de agosto de 1994, na Fazenda Experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, localizada no Município de Santo Antônio do Leverger, (latitude: 15° 47' S, longitude: 56° 04' W, altitude: 95,1 m). A temperatura média mensal varia de 22°C a 27,2°C, e a precipitação média anual é de 1320 mm.ano-1. O período de ocorrência de déficit hídrico inicia em maio e termina em outubro, sendo que, do início de junho ao final de agosto a precipitação média mensal é menor que 15 mm e a evapotranspiração média mensal ultrapassa aos 75 mm. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Aw (BASTOS, 1972).

A cultura utilizada foi o milho (*Zea mays* L) da cultivar Br 106, semeado manualmente no espaçamento de 2 sementes a cada 20 cm nas fileiras de plantas espaçadas em 90 cm entre as fileiras. Dez dias após a semeadura, foi feito um desbaste com intuito de deixar uma planta a cada 20 cm.

A semeadura foi realizada no dia 23 de abril de 1994 e a colheita no dia 30 de agosto de 1994, tendo os grãos 22% de umidade em base úmida.

As ETm médias diárias obtidas através das médias decendiais de quatro evapotranspirômetros foram comparadas estatisticamente pelo delineamento de blocos casualizados, com nível de significância de 5%, onde os treze decêndios formados pelo ciclo total da cultura (129 dias) corresponderam aos blocos e os valores dos quatro evapotranspirômetros aos tratamentos.

Como cultura de referência foi utilizada a grama batatais (*Paspalum notatum* L.) e a evapotranspiração desta cultura de referência foi estimada pela equação original de PENMAN (1948) e evaporação do tanque Classe A (EToCL), utilizando o coeficiente de conversão de evaporação para evapotranspiração (kp) sugerido por DOORENBOS & PRUITT (1977).

Na equação de Penman foram utilizados dois métodos de estimativas de temperaturas média diárias (T). No primeiro, a ETo denominada de EToP1, a média compensada utilizada pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), o segundo, denominada de EToP2 a temperatura média simples dada por:

$$T = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

onde Tmax é a temperatura máxima diária e Tmin a temperatura mínima diária.

Todos os dados meteorológicos diários necessários para a estimativa da ETo, e as ETo determinadas através de lisímetro de drenagem (EToLD) e nível constante (EToNC) foram obtidas no Posto Agrometeorológico da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso distante aproximadamente 1000 m do experimento.

Os coeficientes de cultura teóricos foram estimados usando o modelo proposto por DRIESSEN & KONIJN (1992). O valor máximo do fator de turbulência (Tcm) utilizado no modelo foi o máximo valor de Kc sugerido por DOORENBOS & KASSAM, (1979), embora as condições

climáticas da Região de Santo Antonio do Leverger - MT não se adapta em nenhuma das duas condições climáticas citadas, pois dificilmente a velocidade do vento ultrapassa 5 m.s-1, mas frequentemente ocorrem valores de umidade relativa do ar abaixo de 70%.

As determinações das curvas dos coeficientes de cultura medidos foram elaboradas com o uso de análise de regressão, utilizando-se como variável independente o número de dias após a semeadura, e como variável dependente o coeficiente de cultura obtidos através de cada método.

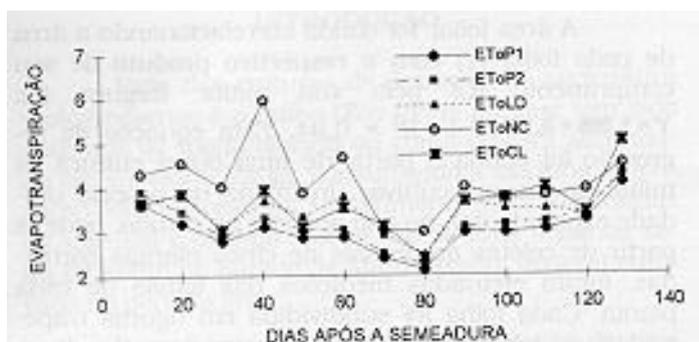


Figura 1. Evapotranspiração de referência (ET₀) estimada pela equação de PENMAN (1948) (ET₀P1, utilizando a temperatura média compensada e ET₀P2, a média simples) e pelo tanque Classe A (ET₀CL), e medida pelo lisímetro de drenagem (ET₀LD) e lisímetro de nível constante (ET₀NC), em função do tempo.

Os valores dos coeficientes de cultura obtidos pela razão ET_m/ET₀ e os estimados através do modelo proposto por DRIESSEN & KONIJN (1992), foram comparados através de análise de variância pelo delineamento de blocos casualizados, com nível de significância de 5%.

A área foliar foi obtida correlacionando a área de cada folha (Y) com o respectivo produto de seu comprimento (C) pela sua maior largura (L): $Y = 1.365 + 0.731 C L$ R² = 0,94. Esta equação de regressão foi obtida a partir de uma outra cultura de milho da mesma cultivar, instalada na própria unidade experimental, no ano anterior ao estudo, onde, a partir de coletas quinzenais de cinco plantas sorteadas, foram efetuadas medições das folhas de cada planta. Cada folha foi subdividida em figuras trapezoidais ou triangulares de dez centímetros de altura cada. A área de cada folha foi determinada somando-se as áreas destas frações.

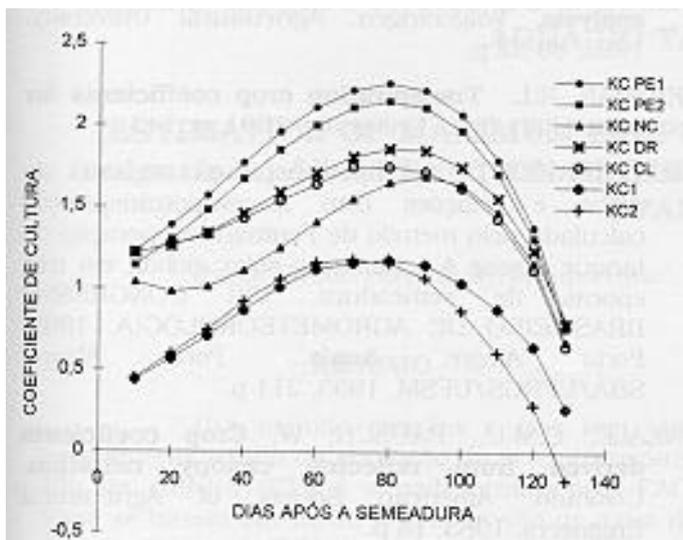


Figura 2. Coeficiente de cultura do milho estimados através do modelo proposto por DRIESSEN & KONIJN (1992) (KC1 utilizando a temperatura média compensada e KC2, a média simples) e pela ETo fornecida por PENMAN (1948) (EToP1, utilizando a temperatura média compensada e EToP2, a média simples) e pelo tanque Classe A (EToCL), e medidos através das ETo fornecidas pelo lisímetro de drenagem (EToLD) e lisímetro de nível constante (EToNC), durante o ciclo da cultura do milho cultivar Br 106.

Com a determinação e o somatório das áreas das folhas de cada planta do evapotranspirômetro, estimada pela equação de regressão acima citada, obteve-se a área foliar de cada evapotranspirômetro.

As áreas foliares obtidas a cada quinze dias aproximadamente, foram comparadas estatisticamente pelo delineamento inteiramente casualizado, com nível de significância de 5%, onde as oito plantas de cada evapotranspirômetro foram as repetições, e os quatro evapotranspirômetros os tratamentos.

O índice de área foliar (IAF) foi obtido a partir da medição do comprimento e maior largura das folhas das plantas contidas nos evapotranspirômetros, efetuada a cada quinze dias durante o ciclo da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos diretos e indiretos de medidas de ETo apesar de apresentarem alta correlação entre si, foram em alguns casos, estatisticamente diferentes, como se pode observar na Tabela 1 e na Figura 1.

Os valores de ETo estimados por EToP1 e EToP2 não apresentaram diferença significativa, indicando que os métodos de estimativas das temperaturas médias, não influenciaram no resultado da evapotranspiração.

Os valores de ETo médios, estimados ao longo do período, pelos métodos de EToP1, EToP2, EToLD e EToCL, subestimaram a evapotranspiração quando comparados com o valor médio medido pelo método do lisímetro de nível constante, em 35, 28, 18 e 9% respectivamente.

Tabela 1. Comparação entre a evapotranspiração de referência estimada pela equação de PENMAN (1948) (EToP1, utilizando a temperatura média compensada e EToP2, a média simples) e pelo tanque Classe A (EToCL), e medida pelo lisímetro de drenagem (EToLD) e pelo lisímetro de nível constante (EToNC). Santo Antonio do Leverger, MT, 1994.

Método	Médias (mm.dia ⁻¹)
EToP1	3,02 d
EToP2	3,19 dc
EToLD	3,47 bc
EToCL	3,75 b
EToNC	4,09 a
Coefficiente de variação	9,07

* Médias seguidas com as mesmas letras não diferem pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

As diferenças entre os valores fornecidos pelos métodos de EToP1, EToP2 e EToNC são atribuídas a advecção de energia, vindo a concordar com a causa e de modo semelhante à situação observada por ROSEMBERG (1969).

A diferença entre ETo estimada pelo EToCL e EToNC possivelmente ocorreu devido ao k_p utilizado (DOORENBOS & PRUIT, 1977) não ser adequado às condições climáticas da região, mostrando assim, que nem sempre é possível estimar a ETo pela evaporação do tanque Classe A.

Tabela 3. Equações de regressão entre a evapotranspiração máxima da cultura (ETm) e evapotranspiração de referência (ETo) estimada pela equação de PENMAN (1948) (EToP1, utilizando a temperatura média compensada e EToP2, a média simples) e pelo tanque Classe A (EToCL), e medida pelo lisímetro de drenagem (EToLD) e lisímetro de nível constante (EToNC), Índice de área foliar (IAF) e Altura da planta (H). Santo Antonio do Leverger, MT, 1994.

Variável Independente	Equação	R ²
EToP1 e IAF	$ETm = -23,39 + 15,58 \cdot ETo - 2,20 \cdot IAF$	0,88
EToP2 e IAF	$ETm = -22,61 + 14,32 \cdot ETo - 1,92 \cdot IAF$	0,88
EToLD e IAF	$ETm = -17,45 + 10,67 \cdot ETo - 1,30 \cdot IAF$	0,89
EToCL e IAF	$ETm = -26,43 + 16,18 \cdot ETo - 2,13 \cdot IAF$	0,88
EToNC e IAF	$ETm = -14,27 + 7,28 \cdot ETo - 0,708 \cdot IAF$	0,72
EToCL e H	$ETm = -18,49 + 12,34 \cdot ETo - 1,66 \cdot H$	0,62
EToLD e H	$ETm = -30,20 + 19,91 \cdot ETo - 2,85 \cdot H$	0,53

A diferença entre a ETo média medida pelo lisímetro de drenagem e a ETo média medida pelo lisímetro de nível constante, foi atribuída ao índice de área foliar dos lisímetros de drenagem ser inferior ao recomendado pelas normas de medidas de ETo (BAHRANI & TAYLOR, 1961).

As ETm medidas pelos quatro evapotranspirômetros foram comparadas e não apresentaram diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade. Por esta razão os valores indicados neste trabalho referem-se ao valor médio dos quatro evapotranspirômetros.

A evapotranspiração máxima do milho, ao longo do ciclo variou em média de 3,26 a 7,17 mm.dia-1, ficando a média total de todo o ciclo em 5,17 mm.dia-1, com desvio padrão de 1,30 mm.dia-1.

Tabela 2. Coeficientes de cultura (Kc) médios diários, estimados através do modelo proposto por DRIESSEN & KONIJN (1992) (Kc1 utilizando a temperatura média compensada e Kc2, a média simples) e pela ETo fornecida por PENMAN (1948) (EToP1, utilizando a temperatura média compensada e EToP2, a média simples) e pelo tanque Classe A (EToCL) e medidos através das ETo fornecidas pelo lisímetro de drenagem (EToLD) e lisímetro de nível constante (EToNC), durante o ciclo da cultura de milho cultivar Br 106. Santo Antonio do Leverger, MT, 1994.

Método	Médias (mm.dia ⁻¹)
Kc1	0,85 d
Kc2	0,76 d
Kc(EToP1)	1,75 a
Kc(EToP2)	1,66 a
Kc(EToCL)	1,40 b
Kc(EToLD)	1,50 b
Kc(EToNC)	1,28 c
Coeficiente de variação	8,00

* Médias seguidas com as mesmas letras não diferem pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

O consumo médio acumulado de água no ciclo foi de 668,19 mm.dia-1 com desvio padrão de 18,76 mm.dia-1, dos quais 67% foram consumidos dos 20 aos 100 dias após a semeadura, proporcionando neste período uma média de 5,6 mm.dia-1, correspondendo portanto a um valor superior em 8% à média diária total, concordando com os valores encontrados por OLIVEIRA et al (1993) e MATZENAUER (1993).

Os coeficientes de cultura (Kc) médios determinados em todo o ciclo da cultura variaram de 1,28 a 1,75, resultados considerados altos, quando comparados com os estimados pelo método de DRIESSEN & KONIJN (1992), conforme pode ser observado na Tabela 2, e OLIVEIRA et al (1993), que encontraram um Kc médio de 0,89. Da mesma forma que os valores médios de todo o ciclo da cultura, os valores iniciais e máximos ficaram superestimados em relação aos estimados pelo método de DRIESSEN & KONIJN (1992), e os encontrados por OLIVEIRA et al (1993).

As comparações feitas através de análise de variância (Tabela 2) entre os métodos de determinação dos Kc mostraram que apenas quando a evapotranspiração de referência se baseou nos métodos do tanque Classe A e do lisímetro de drenagem, as diferenças entre os Kc não foram significativas. As diferenças entre os outros métodos de obtenção de ETo foram atribuídas às mesmas causas que proporcionaram variações nas estimativas de ETo, isto é, à advecção e à área foliar da cultura de referência.

A análise estatística dos resultados, revelou existir igualdade entre Kc1 e Kc2 (Kc teóricos), KcPE1 e KcPE2 (EToP1 e EToP2), KcCL e KcDR (EToCL e EToLD), e divergência entre os demais, e que o KcNC (EToNC) diferiu de todos. Embora o KcNC seja diferente estatisticamente do Kc1 e Kc2 (teóricos), o valor médio foi o que mais se aproximou, mas superestimando os Kc1 e Kc2 em 75 e 94% respectivamente.

Em todo o ciclo da cultura o Kc medido foi superior ao Kc estimado como pode ser observado na Tabela 2 e na Figura 2.

A aproximação do resultado do KcNC com os coeficientes de cultura estimados, pode ser explicada pelo método de obtenção da ETo, pois o método do nível constante atendeu aos parâmetros exigidos no que diz respeito ao índice de área foliar (DOORENBOS & PRUITT, 1977, CAMPELO & CASEIRO, 1989).

Através de análise de regressão múltipla procurou-se uma relação entre evapotranspiração máxima, evapotranspiração de referência, índice de área foliar e altura da planta.

A altura da planta e o índice de área foliar foram ajustados através de equações de regressão, para o período médio do decêndio. As equações de ajuste para estes parâmetros, foram:

$$Y = -2,138 + 0,17 X - 0,00128 X^2 \quad R^2 = 0,92$$

onde Y é o índice de área foliar e X os dias após a semeadura.

$$Y = -42,042 + 7,327 X - 0,042 X^2 \quad R^2 = 0,98$$

onde, Y é a altura da planta e X os dias após a semeadura.

As equações de regressão múltiplas obtidas quando se utilizou como variável independente a evapotranspiração de referência, índice de área foliar e altura da planta, juntamente com os seus coeficientes de determinação, estão representados na Tabela 3.

Os coeficientes de determinação da estimativa da evapotranspiração máxima, utilizando como variáveis independentes a evapotranspiração de referência e o índice de área foliar, variaram de 0,72 a 0,89 (Tabela 3).

Quando se utilizou para a estimativa da evapotranspiração máxima as variáveis evapotranspiração de referência e altura da planta, as regressões múltiplas significativas foram obtidas com as ETo fornecidas pelo tanque Classe A e lisímetro de drenagem, e os coeficientes de determinação encontrados foram de 0,62 e 0,53, respectivamente. Este fato possivelmente ocorreu porque os comportamentos desses métodos ao longo de todo o ciclo da cultura foram iguais, conforme pode ser observado na Tabela 1, e a altura da planta pode ser uma variável que introduz uma correção do perfil de vento, que foi afetado pela ausência de vegetação e baixo índice de área foliar nesses métodos de estimativa de ETo.

Quando se utilizou como variáveis independentes a evapotranspiração de referência, o índice de área foliar e a altura da planta, esta última não mostrou efeito significativo nas regressões múltiplas em nenhum dos métodos de ETo. Isto pode ter ocorrido porque não houve correlação significativa entre o índice de área foliar e a altura da planta, isto porque o índice de área foliar e a altura da planta apresentaram crescimento até os noventa dias. Após este período o índice de área foliar diminuiu em função da senescência, e a altura se manteve estável.

Portanto, a melhor combinação para a estimativa da evapotranspiração máxima foi obtida quando se usou como variáveis independentes a evapotranspiração de referência e o índice de área foliar, confirmando resultados já obtidos por CAMPELO (1985), NEALE & BAUSCH (1983), KIDMAN (1991) e OLIVEIRA et al (1993).

CONCLUSÕES

Para o milho, os coeficientes de cultura medidos no período seco em Santo Antônio do Leverger são superiores aos estimados por DRIESSEN & KONIJN (1992).

O método empregado na determinação da evapotranspiração de referência pode afetar significativamente a estimativa de necessidade de água da cultura do milho.

Nas condições do estudo, a evapotranspiração máxima para o milho cultivar Br 106 pode ser melhor estimada por meio de equações empíricas, que utilizam a evapotranspiração de referência e o índice de área foliar, do que usando a estimativa do Coeficiente de cultura recomendados por DOORENBOS & PRUITT, (1977) e DRIESSEN & KONIJN (1992).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHANI, B. E TAYLOR, S.A. Influence of soil moisture potencial and evaporative demand on the actual evapotranpiration from an alfafa field. Agronomy Journal, Madson, v. 53, p. 233-6, 1961.

BASTO, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira. Belem, IPEAN, 1972. p. 68-122, (Boletim Técnico n. 54)

CAMPELO JR., J.H.; CASEIRO, F. T. Métodos de estimativa da evapotranspiração potencial. Cuiabá, UFMT/SAGRI/PRONI, 1989, p. 1-31 (Relatório de Pesquisa).

CAMPELO JR., J.H. Avaliação da capacidade de extração da água do solo pelo arroz de sequeiro (Oriza sativa L.) sob diferentes doses de nitrogênio. ESALQ/USP. Piracicaba, 1985. 127 p. (Tese de Doutorado).

CHANG, J. Climate and agriculture. Aldine Publishing Company. 2 ed. Chicago, 1971. 296 p.

DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma. Food And Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 192 p., (boletim n. 33).

DOORENBOS, J., PRUITT, J.O. Las necesidades de água de los cultivos. Roma, Organizacion de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 1977. 1-194 p., (boletim n. 24).

DRIESSEN, P.M., KONIJN, N.T. Land-use systems analysis. Wageningen, Agricultural University. 1992. 89-92 p.

KIDMAN, R.L. Transpiration crop coefficients for corn. Utah, State University, 1991. p. 143.

MATZENAUER, R. 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. VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1993. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBA/UFRGS/UFSM. 1993. 211 p.

NEALE, C.M.U., BAUSCH, W. Crop coefficients derived from reflected canopy radiation. Colorado, American Society of Agricultural Engineers, 1983. 18 p.

OLIVEIRA, F.A., SILVA, J.J.S., CAMPOS, T.G.S. Evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1349 - 1467, 1993.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. London, Proceedings Royal Society, p. 120-145, 1948 (Serie A).

ROSENBERG, N.J. Seasonal patterns in evapotranspiration by Irrigated alfafa in the Central Great Plains. Agronomy Journal, Madson, v. 61, n. 6, p. 879-886, 1969.

SAMMIS, T.W., MAPEL, C.L.; LUGG, D.G. et al. Evapotranspiration crop coefficients prected using growing-degree-days. New Mexico, State Univ., Las Cruces, 1985. p. 73-780, 1985.

SEDIYAMA, G.C. Necessidade de água para os cultivos. Brasília, ABEAS, 1987. 134 p.

VILLA NOVA, N.A., BARBIERI, V., SCARDUA, R. Evapotranspiração e evaporação: principais métodos de estimativa climatológica, segundo as recomendações da FAO (1979). Piracicaba, ESALQ-USP, 1980. 22 p.

NOTAS DE RODAPÉ

(1) - Extraído da Dissertação de Mestrado defendida pelo primeiro autor, dentro do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMEV/UFMT.

(2) - Eng. Agr. - Núcleo de Tecnologia em Armazenamento - NTA / FAMEV / UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa s/n, Cuiabá - MT, CEP 78060-900

(3) - Prof. - Depto. de Solos e Eng. Rural - FAMEV; Núcleo de Tecnologia em Armazenamento - NTA/FAMEV/UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa s/n, Cuiabá - MT, CEP 78060-900.

(4) - Prof. - Depto. Física - ICET; NTA/FAMEV/UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa s/n, Cuiabá - MT, CEP 78060-900.