

V. 9, n. 1, p. 75-81, jan - mar, 2013.

UFMG - Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR. Campus de Patos – PB – BRASIL . www.cstr.ufcg.edu.br

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/>

Revista ACSA – OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

*Wesley de Oliveira Santos*¹
*Renato Leandro Costa Nunes*²
*Daniel de Carvalho Galvão*³
*Vágna da Costa Pereira*⁴
*Rudah Marques Maniçoba*⁵
*João Guilherme Araújo Lima*⁶
*Paula Carneiro Viana*⁷

*Autor para correspondência

Recebido em 22 08 2012 e aceito em 21 03 2013

¹Doutorando em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Mossoró, RN. wesley_ufersa@yahoo.com.br

²Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC). Fortaleza-CE. renatoleandro.ce@hotmail.com

³Mestrando em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Mossoró, RN. leinadegalvão@hotmail.com

⁴Mestranda em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa-MG. vagna_jp@hotmail.com

⁵Mestrando em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Natal-RN. rudahmacoba@gmail.com

⁶Mestrando em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Mossoró, RN. soujoao@hotmail.com

⁷Mestranda em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Mossoró, RN. paulinhatmgm@hotmail.com



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO

– ISSN 1808-6845

Artigo Científico

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO MILHO VERDE, ANÁLISE ESTATÍSTICA

RESUMO

A cultura do milho é explorada em todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, visando à produção de grãos maduros e do chamado “milho verde”, com isso esse trabalho teve como objetivo comparar a Evapotranspiração da cultura determinada por lisimetria e pela metodologia da FAO, assim como para os coeficientes de cultura (Kc dual) nas diferentes fases fenológicas da cultura do milho nas condições edafoclimáticas de Mossoró/RN. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada na comunidade de Alagoinha (5°03’37”S; 37°23’50”W e altitude de 72 m), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), distante 20 km da cidade de Mossoró/RN. A ETC estimada com base na metodologia da FAO obteve um desempenho muito bom quando utilizada em escala diária e um desempenho bom para a escala semanal, quando comparada com a ETC medida nos lisímetros de pesagem de acordo com o indicadores estatísticos r, d e c. O intervalo de confiança para os kc’s com 95% de probabilidade de confiança durante cada fase fenológica da cultura foram I-(0,48 a 0,52), II-(0,61 a 0,75), III-(1,14 a 1,19) e IV-(1,08 a 1,17). Os valores de coeficiente de cultivo (Kc) obtidos podem ser utilizados para o manejo de irrigação do milho verde cultivado sob sistema de irrigação por gotejamento, nas condições edafoclimáticas do Município de Mossoró/RN no período em que esse estudo foi desenvolvido.

Palavras-chave: coeficientes de cultura, intervalo de confiança, necessidades hídricas

EVAPOTRANSPIRATION CULTURE OF GREEN CORN, STATISTICAL ANALYSIS

ABSTRACT

The corn crop is harvested in all counties of the State of Rio Grande do Norte, aimed at producing mature grains and so-called "green corn", thus this study aimed to compare the crop evapotranspiration measured by lysimeters and methodology FAO-56, as well as the crop coefficients (Kc dual) at different phenological stages of corn in environmental conditions Mossoró/RN. The experiment was conducted at the experimental farm Rafael Fernandes, located in the community Alagoinha (5°03'37 "S, 37°23'50" W and altitude 72 m), belonging to the Federal University of Semi-Arid (UFERSA), 20 km away city Mossoró/RN. The ETc estimated by the FAO method got very good performance when used on a daily and a good performance for the weekly scale compared to ETc measured in weight lysimeters according to the statistical indicators r, d and c. The confidence interval for kc's with 95% confidence probability during each phenological phase of culture were I-(0.48 to 0.52), II-(0.61 to 0.75), III-(1.14 to 1.19) and IV-(1.08 to 1.17). The values of crop coefficient (Kc) obtained can be used for irrigation scheduling of green corn under drip irrigation system in environmental conditions in the city of Mossoró/RN in the period when this study was developed.

Key words: crop coefficients, confidence interval, water needs

INTRODUÇÃO

A produção de milho no ano de 2009 no Rio Grande do Norte segundo dados da CONAB (Companhia nacional de abastecimento) atingiu 43.173 toneladas, significando redução de 19,8% em relação ao ano de 2008, devido ao excesso de chuvas. Segundo dados do ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste) com relação à produção de milho na safra de 2010 a 2011 na região Nordeste, o Rio Grande do Norte ocupa a nona posição, apresentando uma produção total de 49,4 mil toneladas. Para o ano de 2012 de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística as perdas na agricultura de sequeiro irão girar em torno de 90% da produção obtida em 2011, devido efeitos da forte seca que assola o estado nesse ano (Santos, 2012).

A cultura do milho é explorada em todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, visando à produção de grãos maduros e do chamado "milho verde". Contudo, segundo dados da EMPARN (Empresa de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte) o rendimento médio da cultura nesse estado é extremamente baixo, em torno de 700 kg ha⁻¹, em relação à produção de grãos maduros que varia em média de 700 kg ha⁻¹ cultivado em regime de sequeiro a 5.235 kg ha⁻¹ se irrigado (EMPARN, 2012).

O conhecimento do consumo hídrico (evapotranspiração) de uma cultura durante seu ciclo é de grande importância para o dimensionamento e o manejo de projetos de irrigação, contribuindo para aumentar a produtividade e otimizar a utilização dos equipamentos de irrigação, da energia elétrica e dos recursos hídricos, com isso esse trabalho teve como objetivo comparar a Evapotranspiração da cultura determinada por lisimetria e pela metodologia da FAO, assim como para os coeficientes de cultura (Kc dual) nas diferentes fases fenológicas nas condições edafoclimáticas de Mossoró/RN.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada na comunidade de Alagoinha (5°03'37"S; 37°23'50"W e altitude de 72 m), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), distante 20 km da cidade de Mossoró/RN. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSw^h, isto é, clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4 oC, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (Carmo Filho e Oliveira, 1995).

Segundo a classificação climática de Thornthwaite, que está baseada numa série de índices térmicos utilizando-se o balanço-hídrico da região, Mossoró apresenta um clima do tipo Dda'a', ou seja, Semi-árido, megatérmico com pouco ou nenhum excesso de água durante o ano (Santos, 2010).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (EMBRAPA, 1999).

Uma área de 0,27 ha foi cultivada na Fazenda experimental Rafael Fernandes com a cultura do milho (*Zea mays* L.), híbrido AG 1051, que segundo Castro, (2010) é um híbrido duplo, semiprecoce, apresenta grão amarelo e dentado, alta resistência ao acamamento, altura de inserção da primeira espiga de 1,60 m e altura da planta de 2,60 m, desenvolvido para produção de grãos, silagem e espigas verdes. A configuração de plantio utilizada foi em fileiras duplas (1,3 x 0,2 x 0,2 m) sendo 0,2 m entre plantas, 0,2 m entre fileiras simples e 1,3 m entre fileiras duplas. O preparo do solo foi realizado por meio de aração com o arado fixo e gradagem com grade niveladora. A semeadura foi realizada de 01 a 03/11/2011, semeando-se 2 sementes por cova, e entre 13 e 14 dias após a emergência de plântulas foi feito o desbaste, permanecendo apenas uma planta por cova, resultando numa população de aproximadamente 66.667 plantas ha⁻¹, sendo que foi realizado o replantio entre 4 e 5 dias após a emergência das plântulas.

A área foi irrigada com um sistema de irrigação localizada, por gotejamento, constando de 40 linhas laterais, uma linha lateral para cada fileira dupla de plantio, com comprimento de 45 m e emissores espaçados de 0,3 m, operando a uma pressão de 100 kPa, vazão de 1,5 L h⁻¹ e eficiência de irrigação de 90%. A irrigação nos lisímetros foi feita através de um sistema independente, instalado próximo a cada lisímetro, utilizando-se espaguete (microtubos) para distribuição de água às plantas, que simulava a irrigação por gotejamento. Essa técnica foi utilizada, para obter um maior controle no volume de água que entrava no sistema (lisímetro), sendo que a lâmina de água aplicada foi calculada com base no tempo de irrigação aplicado na área experimental.

A evapotranspiração de referência foi determinada por meio da Equação de Penman-Monteith-FAO horária (EQUAÇÃO 1). Os dados meteorológicos foram coletados de uma estação meteorológica instalada na área de plantio constituída por um datalogger (CR23X da Campbell Scientific), para aquisição dos dados medidos pelos sensores de radiação global, radiação líquida, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, velocidade e direção do vento e das células de carga.

As leituras dos dados meteorológicos foram realizadas com um intervalo de execução de 5 segundos e os dados de saída a cada 10 minutos, já as leituras das células de carga foram programadas para serem realizadas a cada 10 segundos e os dados de saída a cada 10 minutos.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) \left[\gamma \frac{37}{T_{hr} + 273} V_2 \left(\frac{e_s(T_{hr}) - e_a}{T_{hr} + 273} \right) \right]}{\Delta + \gamma \left(1 + 0,34 V_2 \right)} \quad (1)$$

Em que:

ET₀ - evapotranspiração de referência, mm hora⁻¹;
 R_n - radiação líquida na superfície de referência, MJ m⁻² hora⁻¹;
 G - densidade de fluxo de calor no solo, MJ m⁻² hora⁻¹;
 T_{hr} - temperatura média do ar a 2 m de altura em cada hora, °C;
 V₂ - velocidade do vento a 2 m de altura em cada hora, m s⁻¹;
 e^o(T_{hr}) - pressão de saturação de vapor, kPa;
 e_a - pressão real de vapor, kPa;
 e^o(T_{hr}) - e_a - déficit de saturação do vapor, kPa;
 Δ - declividade da curva de pressão de vapor, kPa °C⁻¹;
 γ - parâmetro psicrométrico, kPa °C⁻¹.

A densidade de fluxo de calor no solo, G foi estimada para o período diurno pela Equação 2 e para o período noturno pela Equação 3.

$$G = 0,1.R_n \quad (2)$$

$$G = 0,5.R_n \quad (3)$$

Em que, G é o fluxo de calor do solo horário (MJ m⁻² hora⁻¹) e R_n é o saldo de radiação em MJ m⁻² hora⁻¹.

Para a determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) nos diversos estádios de desenvolvimento (EQUAÇÃO 4) e os kc's pelas Equações 5 e 6, foram utilizados quatro lisímetros (Lis 1, Lis 2, Lis 3 e Lis 4) de pesagem, idênticos tomados 2 a 2 (Lis 1 e Lis 2) com células de carga instaladas no braço de apoio das balanças mecânicas funcionando a uma proporção de 1:100, ou seja para uma variação de peso de 100 kg nos lisímetros 1 e 2 a célula de carga registrava um peso de 1 kg e para os (Lis 3 e Lis 4) com células de carga funcionando a uma proporção de 1:50 com contra-pesos instalados ligado ao braço de apoio das balanças mecânicas, com o objetivo de aumentar a sensibilidade da célula de carga para uma proporção de 1:100.

$$ET_c = P + I - DP - \Delta \text{massa} \quad (4)$$

Onde:

P = precipitação pluviométrica (mm)

I = lâmina de água aplicada (mm)

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm)

DP = drenagem profunda (mm)

Δmassa = ((L_{m18:00} - L_{m5:00}).f)/A (mm)

Em que,

L_{m18:00} - Leitura média das células de carga no dia i, em mV às 18:00 horas

L_{m5:00} - Leitura média das células de carga no dia i, em mV às 5:00 horas

f - Coeficiente de regressão para cada equação de regressão linear utilizada para calibração dos lisímetros

A - Área dos lisímetros - 2,25 m²

O horário que apresentou o melhor ajuste diário para a determinação da ET_c por meio dos lisímetros foi das 5:00 às 18:00 horas, sendo que a ET₀ e a ET_c pela metodologia da FAO também tiveram que ser ajustadas para o mesmo horário.

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0}$$

$$K_c = K_{cb} + K_e \quad (6)$$

Em que: K_{cb} é o coeficiente basal da cultura que se refere a transpiração da cultura e K_e é o coeficiente de evaporação do solo.

Os coeficientes de cultura basais recomendados no Boletim 56 da FAO para a cultura do milho verde, são 0,15; 1,10 e 1,00 para as fases inicial e intermediária e para o final do ciclo, respectivamente.

Para efeito do cálculo dos Kc's, o ciclo da cultura foi dividido em quatro fases fenológicas, definidas por meio de observações em campo pelo acompanhamento do crescimento das plantas da seguinte forma: I) fase inicial: do plantio até 10% de cobertura do solo - (semeadura-emergência); II) fase de crescimento: do final da fase inicial até 80% da cobertura do solo (pendoamento-florescimento); III) fase intermediária: de 80% de cobertura do solo até o início da maturação dos frutos, (produção-enchimento dos grãos); IV) fase final: do início da maturação até a colheita dos frutos (maturação-colheita).

Com relação à análise estatística foi determinado o intervalo de confiança para média com 95% de probabilidade dos kc's para cada estágio fenológico da cultura determinado pelos lisímetros e pela metodologia da FAO-56, conforme a Equação 7. Todas as análises foram realizadas pelo programa R Version 2.12.1 (2010), além disso, para cada regressão linear simples, dos coeficientes de cultura e da evapotranspiração da cultura, foram verificadas as seguintes hipóteses H_0 : Não há regressão linear simples ($\beta = 0$) e H_1 : Há regressão linear simples ($\beta \neq 0$) entre as variáveis estudadas por meio do teste estatístico t de Student ao nível de significância de 1% de probabilidade.

$$P\left(\bar{X} - t_{\left(v; \frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t_{\left(v; \frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores dos índices estatísticos associados às medidas efetuadas pelo lisímetro, em relação às estimativas obtidas pelo método da FAO, com base em dados de escala diária e semanal. Os indicadores estatísticos r (coeficiente de correlação) que indica a precisão, "d" de Willmott et al. (1985), que expressa a exatidão das estimativas em relação aos valores observados, variando de 0 (zero) que indica a falta de concordância e 1 (um) que indica perfeita concordância

Tabela 1. Indicadores estatísticos "r", "d", "c" e "EPE", para a ETc medida pelos lisímetros e a ETc estimada pela metodologia da FAO, em Mossoró/RN, 2011-2012.

Indicadores estatísticos	Diário	Semanal
r	0,90	0,79
d	0,94	0,87
c	0,85	0,69
EPE (mm dia ⁻¹)	0,61	0,54

Fonte: dados obtidos através da pesquisa.

Em que: $v = n - 1$ graus de liberdade, $t_{\left(v; \frac{\alpha}{2}\right)}$ é o valor crítico ou tabelado sob a curva da distribuição t de Student, sendo n o tamanho da amostra e $\alpha = 5\%$ o nível

de significância. \bar{X} e S são, respectivamente a média e o desvio padrão para uma amostra aleatória de uma população com distribuição normal e variância desconhecida. Para verificar a normalidade dos dados amostrais referentes a cada estágio fenológico da cultura foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância, além disso, foram utilizados os Indicadores estatísticos "r", "d", "c" e o erro padrão da estimativa (EPE), de acordo com a Equação 8 para a ETc medida pelos lisímetros e a ETc estimada pela metodologia da FAO.

$$EPE = \sqrt{\left[\frac{\sum (Y - Y_m)^2}{n - 1} \right]} \quad (8)$$

Em que Y é a evapotranspiração estimada (mm dia⁻¹); Y_m é a evapotranspiração medida (mm dia⁻¹); e n o número total de observações.

(exatidão) e c o desempenho. Observa-se que a metodologia da FAO apresentou desempenho "muito bom" ($c = 0,85$), quando avaliado em escala diária, apresentando um erro padrão de estimativa de 0,61 mm dia⁻¹.

Quando avaliado em escala semanal, foi classificado como desempenho "bom" ($c = 0,69$) segundo o índice proposto por Camargo e Sentelhas (1997), conforme a Tabela 2 e com um erro padrão de estimativa de 0,54 mm dia⁻¹.

Tabela 2. Valores dos coeficientes de desempenho conforme Camargo e Sentelhas (1997).

Valor de “c”	Desempenho
>0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sufrível
0,41 a 0,50	Mau
≤ 0,40	Péssimo

Na Figura 1, verifica-se a relação entre a ETc medida pelos lisímetros e a ETc determinada pela metodologia da FAO e entre os kc's em escala diária e semanal por meio de uma equação de regressão linear simples.

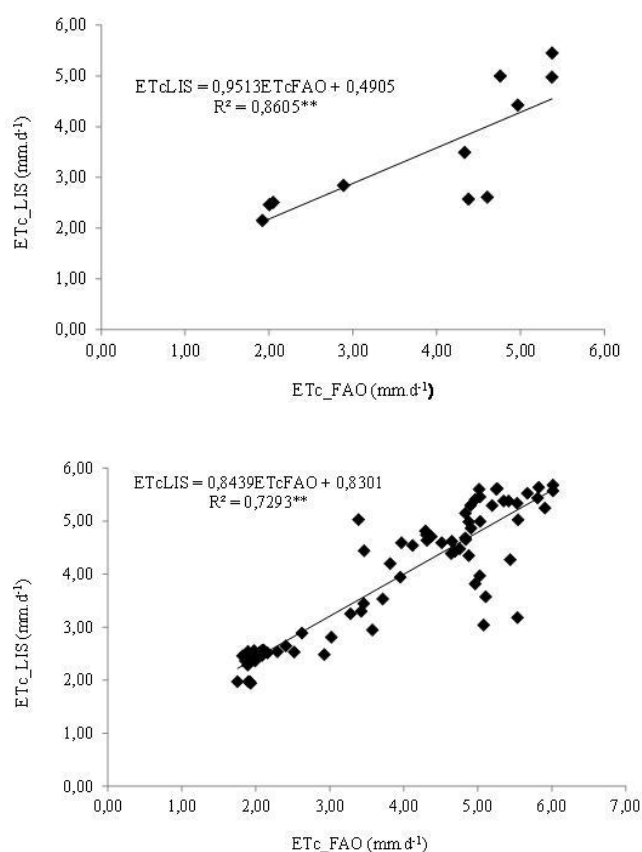


Figura 1. Análise de regressão entre os valores medidos e estimados da ETc do milho verde em escala diária (A) e semanal (B), em Mossoró/RN, 2011-2012.

** - Indica que há regressão linear ao nível de 1% de significância.

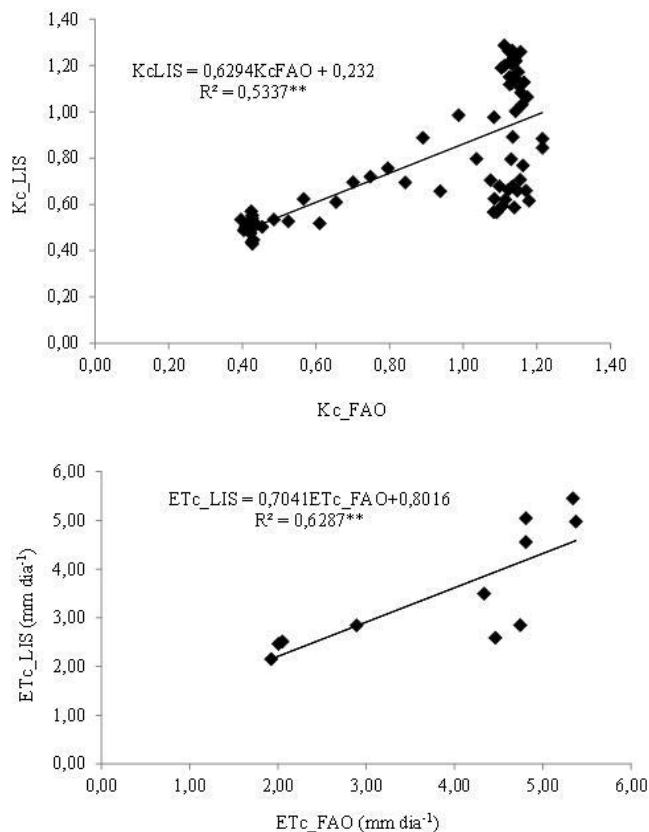


Figura 2. Análise de regressão entre os valores dos kc's do milho verde determinados pelos lisímetros e pela metodologia da FAO em escala diária (C) e semanal (D), em Mossoró/RN, 2011-2012.

** - Indica que há regressão linear ao nível de 1% de significância.

A ETo durante o ciclo da cultura apresentou uma variabilidade com valor mínimo de 3,07 mm dia⁻¹ e o máximo de 5,45 mm dia⁻¹, totalizando 344,90 mm durante o ciclo da cultura. A ETc apresentou uma variação de 1,94 mm dia⁻¹ a 5,68 mm dia⁻¹, totalizando no final do ciclo 300,54 mm medida pelos lisímetros. Pela metodologia da FAO, a variação foi de 1,76 mm dia⁻¹ a 6,02 mm dia⁻¹, totalizando no final do ciclo 298,68 mm.

Soares e Klar (2006), ao avaliarem o desempenho de um conjunto de lisímetros para a cultura do milho, obtiveram uma ETc total medida pelos lisímetros de 276,64 mm, já pela metodologia da FAO foi 227,42 mm em Botucatu/SP.

Os intervalos de confiança com 95% de probabilidade para cada estágio fenológico pela metodologia da FAO e pelos lisímetros estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Intervalo de confiança para a média dos kc's pela metodologia da FAO e pelos lisímetros em cada fase fenológica da cultura, em Mossoró/RN, 2011-2012.

Fases	Duração(dias)	FAO	LIS
I – Inicial	16	$P(0,42 \leq \mu \leq 0,43) = 0,95$	$P(0,48 \leq \mu \leq 0,52) = 0,95$
II – D. vegetativo	20	$P(0,60 \leq \mu \leq 0,81) = 0,95$	$P(0,61 \leq \mu \leq 0,75) = 0,95$
III – Floração	27	$P(1,13 \leq \mu \leq 1,15) = 0,95$	$P(1,14 \leq \mu \leq 1,19) = 0,95$
IV – M. fisiológica	14	$P(1,11 \leq \mu \leq 1,14) = 0,95$	$P(1,08 \leq \mu \leq 1,17) = 0,95$

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa

Os valores estimados para (Li - Limite inferior) e (Ls - Limite superior) indicam que a média dos Kc's para as fases I, II, III e IV da população com 95% de probabilidade de confiança deve estar neste intervalo para a metodologia da FAO e para os lisímetros.

O intervalo de confiança para os kc's determinados pelos lisímetros apresentou valores inferiores para as fases I e II, mas apresentaram valores próximos na fase III e superiores na fase IV dos valores determinados por Souza et al. (2012) em cada fase fenológica da cultura do milho utilizando lisímetros de pesagem (fase I – 0,60 a 0,65; fase II – 0,80 a 0,90; fase III – 1,00 a 1,20; fase IV – 0,52 a 0,70) em Seropédica/RJ.

CONCLUSÕES

A ETc estimada com base na metodologia da FAO obteve um desempenho muito bom quando utilizada em escala diária e um desempenho bom para a escala semanal, segundo a classificação de Camargo e Sentelhas (1997) quando comparada com a ETc medida nos lisímetros de pesagem.

O intervalo de confiança para os kc's com 95% de probabilidade de confiança durante cada fase fenológica da cultura foram I-(0,48 a 0,52), II-(0,61 a 0,75), III-(1,14 a 1,19) e IV-(1,08 a 1,17).

Os valores de coeficiente de cultivo (Kc) obtidos podem ser utilizados para o manejo de irrigação do milho verde cultivado sob sistema de irrigação por gotejamento, nas condições edafoclimáticas do Município de Mossoró/RN no período em que esse estudo foi desenvolvido. No entanto, é importante destacar a realização de estudos futuros para determinação dos coeficientes de cultivo locais e ou regionais, pois os kc's variam devido a fatores como variedade, clima, solo, método de irrigação, teor de água no solo, manejo da cultura em campo seja em monocultivo ou em consórcio, além de outros.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. **Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006, 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

CAMARGO, A. P., SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, nov, 1997.

CARMO FILHO F.; OLIVEIRA O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (**Coleção Mossoroense, Série B**) 62p. 1995.

CASTRO, R. S. de; **Rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da**

primeira espiga como minimilho. 2010. 90 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia Área de Concentração Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.

Empresa de pesquisa agropecuária do rio grande norte diretoria executiva da EMPARN, **Culturas alimentares na agricultura familiar, 2012**. <disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br>> Acesso em: 25 jun. 2012.

R VERSION 2.12.1. Viena, Austria: Foundation for Statistical Computing, 2010. (Software).

SANTOS, W. O. **Ajuste da evapotranspiração de referência estimada através de 10 métodos em Mossoró-RN à diferentes distribuições densidade de probabilidade**. 2010. 222 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN.

SANTOS, W. O. Necessidades hídricas, desenvolvimento e análise econômica do milho nas condições do semiárido brasileiro. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN.

SOARES, M. C. F. de.; KLAR, A. E.; **Avaliação do desempenho de um conjunto de lisímetros com uma cultura de milho (Zea Mays L.)**, 2006.

WILLMOTT, C. J. CKLESON, S. G.; DAVIS, R. E. FEDDEMA, J. J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D, R.; O" DONNEL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models, **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v.90, n.5, p.8895-9055, janeiro, 1985.