



DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET_o) E DA CULTURA (ET_c) DO FEIJÃO CAUPI POR MEIO DA EQUAÇÃO DE PENMAN-MONTEITH NO NORDESTE PARAENSE

Jardel D. B. Rodrigues¹; Vivian M. B. da Encarnação²; Christtiane F. Oliveira²; Marcus J. A. de Lima³; Paulo J. O. P. de Souza⁴

1 Discente do curso de Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém - PA, Fone: (0 xx 91) 8228-5437, jardeldiego@hotmail.com.

2 Discente do curso de Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém - PA.

3 Doutorando do curso de Agronomia, com ênfase em Agrometeorologia, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém - PA.

4 Meteorologista, Prof. Doutor, Depto Sócio Ambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH, UFRA, Belém - PA.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes. Universidade Federal do Pará. Belém, PA.

RESUMO: A obtenção da evapotranspiração de referência (ET_o) e da cultura (ET_c) é de fundamental importância para se conhecer as necessidades hídricas da cultura possibilitando um manejo mais adequado de irrigação. O objetivo deste trabalho foi determinar a ET_o e ET_c do feijão-caupi nos diferentes estádios fenológicos, por meio da equação de Penman-Monteith. As medidas necessárias para estimar a ET_o e ET_c foram realizadas numa área de aproximadamente 4 ha, na estação de piscicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, situada no município de Castanhal – PA, (01° 17' 38" S; 47° 55' 35" W). As técnicas experimentais para a determinação ET_o e a ET_c consiste na utilização do método de Penman-Monteith e do coeficiente da cultura (K_c), sendo que para isso foi instalado uma torre micrometeorológica com sensores que permitiram a obtenção de variáveis necessárias a aplicação da equação do método indicado. O estágio fenológico que obteve maior demanda hídrica foi o reprodutivo (florescimento e enchimento dos grãos) com valor médio de 4,15 mm dia⁻¹, devido nesse estágio a cultura utiliza uma quantidade de água bem maior nos seus processos fisiológicos com o intuito de aumentar a quantidade de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: estágio fenológico, necessidade hídrica, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

ABSTRACT: The achievement of the reference evapotranspiration (ET_o) and of the crop (ET_c) is of fundamental importance to understand the crop water requirements allowing for a more appropriate management of irrigation. The aim of this study was to determine the ET_o and ET_c of cowpea in different phenological stages, through the Penman-Monteith equation. The necessary measures to estimate ET_o and ET_c were performed in an area of approximately 4 ha in fish station of the Federal Rural University of the Amazon - UFRA, located in the city of Castanhal - PA, (01 ° 17 '38" S, 47 ° 55 '35" W). The experimental techniques to determine the ET_o and ET_c consists in the use of the Penman-Monteith method and crop coefficient (K_c), and for that it was installed a micrometeorological tower with sensors that allowed us to obtain variables necessary to apply the equation of the indicated method. The phenological stage which obtained the highest water demand was reproductive (flowering and grain filling) with an average value of 4,15 mm day⁻¹, due to the fact that at this stage the culture uses a





much larger amount of water in their physiological processes in order to increase the amount of grain.

KEY WORDS: phenological stage, water requirement, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa de importância econômica e social para a população rural da região Norte e Nordeste do Brasil. Por ser um alimento básico e de fácil aquisição, é amplamente cultivado por produtores dessas regiões do país sendo, portanto uma das principais fontes proteicas de origem vegetal para as populações dessas regiões (MELO, 2002). O Pará é o maior produtor da Região Norte, sendo que o Nordeste Paraense constitui o polo produtivo do estado (SAGRI, 2010).

A estimativa da ETo é de fundamental importância para o manejo da água de irrigação, o que requer a adoção de estudos para sua correta utilização. O uso de estações meteorológicas no planejamento e no manejo da irrigação vem crescendo aceleradamente pela necessidade de se estimar corretamente a ETo e, através dela, a ETc, de modo a tornar a prática da irrigação mais eficiente, racionalizando-se o uso da água.

Muitas das equações empregadas na estimativa da ETo são empíricas, limitando seu uso a locais e climas similares àqueles onde foram efetuadas as suas determinações (GAVILÁN et al., 2006). Em razão do grande número de métodos existentes para estimativa da ETo, a escolha do método mais adequado depende da disponibilidade de dados meteorológicos, da região, bem como do custo de aquisição de equipamentos (TAGLIAFERRE et al., 2010).

O método de Penman-Monteith, adotado pela FAO como padrão, pode ser utilizado para estimar a ETo e, através dela, a ETc apresentando, porém, certa dificuldade por envolver um número muito grande de dados climatológicos. Logo, a presente proposta servirá para indicar o consumo hídrico desta cultura para fins de tomada de decisão por parte dos produtores.

MATERIAL E MÉTODOS

As medidas necessárias para estimar, por meio da equação de Penman-Monteith, a ETo e, através dela, a ETc foram feitas numa área de aproximadamente 4 ha, localizada na estação de Piscicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, situada no município de Castanhal-PA (01° 17' 38" S; 47° 55' 35" W). O clima da região, feita pela classificação de Koppen, é do tipo Ami, com temperatura média anual de 26 °C. Umidade relativa média de 80 % e a precipitação média em torno de 2.571,6 mm (TENÓRIO et al., 1999).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado por considerar a teoria da grande folha (“big leaf”) definida por Monteith (1965), que assume que todas as folhas estão expostas as mesmas condições climáticas, ou seja, o dossel é considerado uma única e grande folha. A estimativa da ETo foi realizada com base nos dados climático diários obtidos da torre micrometeorológica, localizada na área de estudo. O período em que foi determinada a estimativa da ETo procedeu-se entre os meses de setembro a novembro de 2012.





Para o cálculo da ETo utilizou-se o método de Penman-Monteith. Este método considera que a perda de vapor d'água por uma planta é controlada pela resistência aerodinâmica (Lima et al., 2006) e pela resistência do dossel, neste caso obtida pelo inverso da condutância do dossel (SOUZA, 2006). A equação de Penman-Monteith é dada por:

$$\lambda E_{PM} = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a C_p \Delta e / r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_c / r_a)} \quad (1)$$

em que λ = calor latente de evaporação (MJ.kg⁻¹); R_n = saldo de radiação (MJ.m⁻²); G = fluxo de calor no solo (MJ.m⁻²); ρ_a = densidade média do ar (1,2 kg.m⁻³); C_p = calor específico do ar à pressão constante (J.kg⁻¹.K⁻¹); Δ = declividade da curva de pressão de saturação do ar a temperatura (kPa.°C⁻¹); Δe = déficit de pressão de vapor (kPa); r_a = resistência aerodinâmica da cultura ao transporte de vapor (s.m⁻¹); r_s = resistência da cobertura vegetal (s.m⁻¹); γ = coeficiente psicrométrico (0,062 kPa.°C⁻¹).

A determinação do consumo de água por uma cultura é dependente do conhecimento da ETo, que diz respeito às condições climáticas do local de sua implantação e do Kc, o cálculo para estimativa da ETc em mm dia⁻¹ é dada pela equação proposta por Vermeiren & Jobling (1997):

$$ETc = ETo * Kc \quad (2)$$

em que, ETc = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); ETo = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Kc = coeficiente de cultivo.

Os resultados obtidos pelos métodos utilizados na estimativa da ETo e da ETc foram calculados utilizando a análise de dados matemáticos do pacote Excel 2007.

Tabela 1: Período de duração dos estádios fenológicos do feijão caupi e valores de coeficiente de cultura (Kc) por fase fenológica, obtidos no Estado do Ceará por Souza et al., (2005).

Estádio Fenológico	Duração da fase	(Kc) Souza et al., (2005)
Vegetativa	0 a 33 DAS	0,78
Floração	34 a 45 DAS	1,27
Enchimento de Grãos	46 a 56 DAS	1,02
Maturação	57-60 DAS	0,69

Fonte: Sousa et al., 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Souza et al., (2005) o desenvolvimento do feijão caupi é dura em torno de 60 dias e sua ciclo fenológico é dividido em quatro estádio, de acordo com as observações de caráter morfológicos: vegetativo, floração, enchimento de grãos e maturação, sendo que os estádio de floração e enchimento de grãos compreende a fase reprodutiva da cultura. As figuras 1 e 2 mostram a média do período avaliado e todo o conjunto de dados estimados pelo método.



As variações diárias E_{To} e da E_{Tc} encontradas pela equação de Penman-Monteith são mostradas na Figura 1. Nota-se que a E_{To} subestimou os valores de E_{Tc} nos primeiros 34 dias do período avaliado. Entre o 35° e 56° dias, esse comportamento se inverte, coincidindo com as fases de florescimento e enchimento de grãos, atingindo valores máximos em torno de 6 mm dia⁻¹. A partir do 57° dia, observa-se uma queda nos valores de evapotranspiração da cultura provocado pela início fase de maturação da planta.

Considerando os estádios fenológicos do feijão caupi, ficou ratificado que o período reprodutivo (florescimento e enchimento dos grãos) constitui o estágio de maior demanda hídrica (figura 2) o que concorda com os resultados obtidos por, Andrade et al. (1993) e Souza et al. (2005).

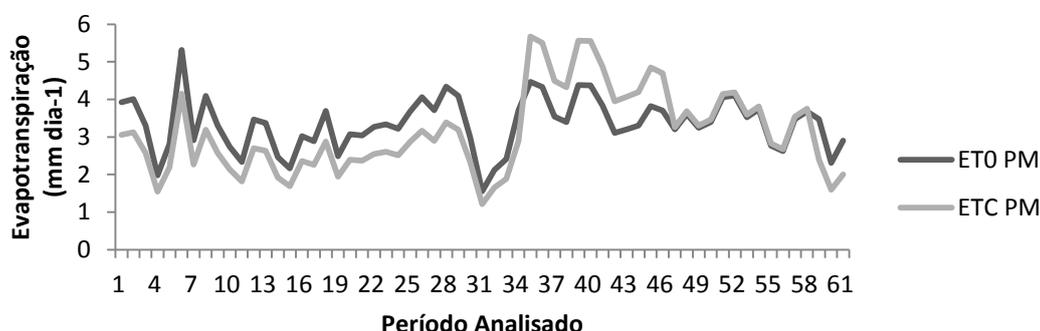


Figura 1: Valores médios de evapotranspiração de referência e da cultura para todo o período analisado.

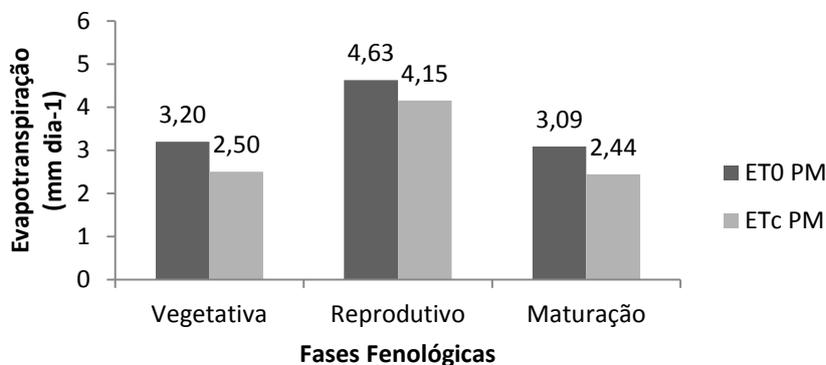


Figura 2: Valores médios da evapotranspiração do feijão caupi por fase fenológica.

CONCLUSÃO

A evapotranspiração do feijão caupi foi de 190,9 mm para todo o ciclo da cultura, correspondente a um valor médio de 3,1 mm dia⁻¹; O estágio fenológico de maior demanda hídrica foi o reprodutivo, com média de 4,15 mm dia⁻¹, estágio esse em que a cultura utiliza uma quantidade de água bem maior nos seus processos fisiológicos, principalmente na fase de enchimento de grãos. Um aumento na produtividade do feijão caupi pode ser alcançado com um manejo adequado de irrigação, notadamente durante a fase reprodutiva, buscando maximizar a eficiência do uso da água pela cultura nessa fase.



REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. L. T. et al. Coeficientes de cultivo e de irrigação para o caupi. Teresina, EMBRAPA, CNPAI, 1993. 6 p. (Comunicado Técnico, 9).
- GAVILÁN, P.; LORITE, I. J.; TORNERO, S.; BERENGENA, J. Regional calibration of Hargreaves equation for estimating reference ET in a semiarid environment. **Agriculture Water Management.**, v.81, p.257-281, 2006.
- MELO, R. F. de. **Interações rizóbio, fungo micorrizico e adubação com npk em feijão de Corda.** 2002. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
- MONTEITH, J. L. Evaporation and environment. **Symposium of the Society for Experimental Biology**, Swansea, v. 19, p. 205-234, 1965.
- LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; SOARES, W.A.; SILVA, I.F. **Estimativa da evapotranspiração do feijão caupi utilizando o modelo de Penman-Monteith.** Irriga, v.11, p.477-491, 2006.
- SAGRI. 2010. **Evolução da safra de grãos no estado do Pará.** Disponível em (www.sagri.pa.gov.br/documents/EvolucaoDaSafradeGraosnoPara.xls).
- SOUZA, M. S. M.; BIZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na Região Litorânea do Ceará. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 241-248, 2005.
- SOUZA, W. G. de. **Modelagem da Evapotranspiração em Plantios de Eucalipto em fase inicial de desenvolvimento com cobertura parcial do solo.** Dissertação (Pós- graduação em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 13 p. 2006.
- TAGLIAFERRE, C.; SILVA, R.; ROCHA, F.; SANTOS, L. Estudo comparativo de diferentes metodologias para a determinação da evapotranspiração de referência em Eunapolis – BA. **Revista Caatinga.** V.23, n.1, p.103-111, 2010.
- TENÓRIO, A.R.M. “Serviço de documentação e informação.” In Mapeamento dos solos da Estação de Piscicultura de Castanhal. Belém: FCAP. 1999.
- VERMEIREN, G.A., JOBLING, G.A. Irrigação localizada. Campina Grande, UFPB, 1997, 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36 - Tradução de GHEYI, H.R., DAMASCENO, F.A.V., SILVA Jr., L.G.A., MEDEIROS, J.F.).

