



DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTIVO DO PEPINO ATRAVÉS DE LISIMETRIA DE DRENAGEM

S. M. de Menezes¹, D. F. Lima², A. T. C. S. G. da Silva³, C. B. da Silva⁴, D. P. dos Santos⁵,
M. A. L. dos Santos⁶

RESUMO: O pepino (*Cucumis sativus* L.) possui destaque no cenário econômico do país estando entre as dez hortaliças de maior interesse comercial, devido ao seu alto valor nutritivo e rentabilidade. Entretanto, dentre os diversos fatores limitantes, apresenta-se como um dos maiores entraves a quantidade de água requerida para produção. Como alternativa de solução, o manejo da irrigação visa disponibilizar água para as plantas na quantidade ideal, através de um uso racional desse recurso, com a finalidade de atender a real necessidade hídrica das plantas. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho determinar os coeficientes de cultivo (K_c) da cultura do pepino no município de Arapiraca – AL, através de lisimetria de drenagem. O trabalho foi conduzido na unidade experimental da Universidade Federal de Alagoas, *Campus* de Arapiraca no período de abril a maio de 2015. Os lisímetros foram instalados em uma área de 7 m², espaçados a 1,0 m de distância. A cultura foi implantada atendendo ao espaçamento de 0,80 x 0,50 m entre linhas e entre plantas respectivamente. Cada lisímetro atendia a uma única planta individualmente. A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi determinada pela diferença de volume coletada diariamente dos lisímetros, enquanto a evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método Penman-Monteith, recomendado pela FAO. O coeficiente de cultivo (K_c) foi determinado pela razão da evapotranspiração da cultura (ET_c) e evapotranspiração de referência (ET_o). De acordo com a metodologia, procedeu-se a obtenção dos valores de K_c , que foram divididos levando em consideração as fases fenológicas da cultura, que foram: Semeadura/germinação, desenvolvimento/crescimento, florescimento/formação dos frutos e maturação. Os valores encontrados foram de 0,56; 1,32; 1,43 e 1,18 para as fases I, II, III e IV respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de irrigação, *cucumis sativus*.

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco.

² Mestranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco.

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900 Recife – Pernambuco, Fone: (81) 99712-1034. E-mail: andrethyago@gmail.com

⁴ Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca – Alagoas.

⁵ Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco.

⁶ Doutor em Irrigação e drenagem ESALQ/USP, Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Arapiraca – Alagoas.

DETERMINATION OF THE CITRUS COEFFICIENT OF CUCUMBER THROUGH DENSIZATION LYSIMETRY.

ABSTRACT: The cucumber (*Cucumis sativus* L.) stands out in the country's economic scenario, being among the ten vegetables of major commercial interest, due to its high nutritional value and profitability. However, among the several limiting factors, one of the major obstacles is the amount of water required for production. As an alternative solution, irrigation management aims to provide water to the plants in the ideal quantity, through a rational use of this resource, in order to meet the real water requirements of the plants. In view of the above, this work aimed to determine the crop coefficients (K_c) of the cucumber crop in the municipality of Arapiraca - AL, through drainage lysimetry. This work was conducted at the experimental unit of the Federal University of Alagoas, Arapiraca Campus from April to May 2015. The lysimeters were installed in an area of 7 m², spaced 1.0 m between them. The culture was implanted considering the spacing of 0.80 x 0.50 m between rows and between plants respectively. Each lysimeter served a single plant individually. The crop evapotranspiration (ET_c) was determined by the daily volume difference of lysimeters, while reference evapotranspiration (ET_o) was estimated by the Penman-Monteith method, recommended by the FAO. The crop coefficient (K_c) was determined by the crop evapotranspiration (ET_c) ratio and reference evapotranspiration (ET_o). According to the methodology, the values of K_c were obtained, which were divided taking into consideration the phenological phases of the crop, which were sowing / germination, development / growth, flowering / fruit formation and maturation. The values found were 0.56; 1.32; 1.43 and 1.18 for phases I, II, III and IV respectively.

KEYWORDS: irrigation management, *cucumis sativus*.

INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus* L.) pertence à família *Cucurbitaceae* e é originário da Ásia, sendo cultivado na Índia há mais de 3.000 anos. É uma planta herbácea de ciclo curto, monóica, de característica rasteira e de tamanho indefinido. É uma cultura de retorno rápido, o que justifica sua larga exploração por pequeno e médios agricultores (Filgueira, 2013).

Atualmente, torna-se cada vez mais imperativo a necessidade de otimização dos recursos hídricos em ambientes agrícolas, devido à redução da disponibilidade hídrica em áreas irrigadas, especialmente em termos qualitativos. Diante do exposto, levando em consideração a preocupação mundial com o uso racional da água, e considerando que a irrigação é a atividade que mais usa esse recurso natural, tornou-se necessário a aplicação de metodologias que possibilitem a obtenção de produção máxima com um mínimo possível de água (Oliveira et al., 2010).

Dentre as abordagens disponíveis para a estimativa do consumo de água pelas plantas, destaca-se o uso de coeficientes de cultura (K_c) associados a estimativas da evapotranspiração de referência (E_{To}). Segundo Doorenbos e Pruitt (1977), as determinações da água necessária para as culturas, são requisitos básicos que precisam ser conhecidos para planejar e manejar adequadamente qualquer projeto de irrigação.

O coeficiente de cultivo (K_c) é o resultado da relação entre a evapotranspiração de uma cultura (E_{Tc}), quando não há déficit hídrico, e a evapotranspiração de referência (E_{To}). Tal coeficiente está diretamente ligado à formação fenológica e fisiológica das culturas, quando impostas sobre relação com evapotranspiração de referência. Outro fator importante deste coeficiente é que indica o consumo hídrico de uma determinada cultura, sendo obrigatoriamente utilizado no desenvolvimento de projetos de irrigação, objetivando o manejo eficiente das culturas irrigadas (Alves, 2014).

De acordo Alencar et al., (2011), o coeficiente de cultura (K_c), representa uma integração dos efeitos das principais características que distinguem a cultura em questão do padrão grama (referência). Estas características são: a altura da cultura (que afeta a rugosidade e a resistência aerodinâmica); resistência da cultura (afetada pela área foliar, a fração de solo coberto pela vegetação, idade da folha e condição de umidade na superfície do solo) e o albedo da cultura (afetado pela fração do solo coberto pela vegetação e pela umidade na superfície do solo).

Diversos valores de K_c são relatados para um grande número de culturas por Doorenbos & Pruitt (1977) e Allen et al. (1989), usualmente derivados de estudos relativos ao balanço hídrico no solo, sob diferentes condições climáticas. Todavia, os mesmos autores enfatizam que há necessidade de calibração desses coeficientes, para as condições locais. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho determinar os coeficientes de cultivo (K_c) da cultura do pepino no município de Arapiraca – AL, através de lisimetria de drenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo na unidade experimental da Universidade Federal de Alagoas – UFAL Campus de Arapiraca, no município de Arapiraca – AL, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 9° 45’ 58” S, longitude de 35° 38’ 58” W e altitude de 325 m, situada na região Agreste do Estado de Alagoas localizada a uma distância de 130 Km da capital Maceió.

Esta região localiza-se na área de transição entre Zona da Mata e o Sertão Alagoano, cujo clima é classificado como sendo do tipo ‘As’ tropical com estação seca de verão, pelo critério de classificação de Köppen (2014). De acordo com Xavier e Dornellas (2010), a estação chuvosa inicia no mês de maio e se estende até a primeira quinzena de agosto, sendo os meses de maio a julho os mais chuvosos e setembro a dezembro os mais secos. Apresenta uma precipitação pluvial média de 750 a 1100 mm ano⁻¹ (Semarh 2014).

Para aferição do volume de água coletado, foram instalados três lisímetros de drenagem na área experimental, com dimensões de 2,0 x 3,5 m de largura e comprimento respectivamente, perfazendo uma área total de 7 m². Cada lisímetro atendia individualmente a uma única planta. A coleta dos dados ocorreu a partir do dia 01 de abril de 2016, cinco dias após a semeadura, quando as plântulas já estavam estabelecidas. A aferição da água coletada dos drenos foi realizada com um auxílio de uma proveta volumétrica graduada, tendo início sempre às 14:00 min, em uma frequência diária, realizando a coleta dos dados e aplicação da lâmina diária de irrigação.

Para determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) foram utilizados dados climatológicos fornecidos da estação meteorológica da própria unidade de pesquisa localizada a 70 m da área experimental. De posse desses dados, a evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada a partir do método de Penman-Monteith, recomendado pela FAO, que é dada pela seguinte equação:

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{(Rn - G)}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{900}{T + 273,15} U_2 \quad (1)$$

Em que,

ET_o = evapotranspiração de referência, mm d⁻¹;

δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa °C⁻¹;

λ = calor latente de evaporação, MJ kg⁻¹.

R_c = resistência do dossel da planta, s m⁻¹;

r_a = resistência aerodinâmica, s m⁻¹;

R_n = saldo de radiação à superfície, $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

G = fluxo de calor no solo, $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

γ = constante psicrométrica, $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$;

T = temperatura média do ar, $^\circ\text{C}$;

U_2 = velocidade do vento a 2 m de altura, m s^{-1} ;

900 = fator de transformação de unidades, $\text{kJ}^{-1} \text{ kg K}$.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida através de medidas diretas nos drenos dos lisímetros que se encontravam na capacidade de campo para não haver interferência nem variação na água drenada, dada pela seguinte equação:

$$ET_c = P + I - D \quad (2)$$

Em que,

ETc = Evapotranspiração da cultura (mm);

P = Precipitação pluviométrica (mm);

I = Lâmina de água aplica por irrigação (mm);

D = Água drenada do lisímetro (mm);

A = Área do lisímetro (m^2).

A razão entre evapotranspiração da cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo) é denominado coeficiente de cultivo (Kc). A partir da ETo e dos valores de ETc foram determinados os coeficientes de cultivo para cada balanço hídrico, nas condições experimentais, pela relação entre a ETc obtida pelo balanço de água nos lisímetros, e a ETo de Penman-Monteith expresso na equação 5:

$$K_c = \frac{ET_c}{(ET_o)} \quad (3)$$

Em que,

K_c = coeficiente da cultura (adimensional);

ETc = evapotranspiração da cultura (mm d^{-1});

ETo = evapotranspiração de referência (mm d^{-1}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 ilustra a variação dos valores de Kc em dia após a semeadura (DAS), obtidos durante o ciclo da cultura. Foram encontrados valores máximo, médio de mínimo de 2,08, 1,21 e 0,45 respectivamente. Quanto aos aspectos referentes à cultura do pepino, o entendimento do

coeficiente de cultivo (K_c) foi fundamental, pois observou-se que, ao longo do ciclo da cultura, com o aumento dos valores de K_c , tem-se também uma tendência aumento nos valores de evapotranspiração da cultura (ET_c).

Na figura 2 podemos observar o comportamento da curva dos K_c em relação a cada fase fenológica da cultura.

Os valores de K_c determinados variaram em função do consumo diário da cultura, os quais assemelharam-se com a tendência proposta por Doorembos e Pruitt (1977) no boletim da FAO 56, onde na fase inicial o K_c é baixo, uma vez que a absorção de água é mínima, já que ainda existe conteúdo na semente para nutrir o embrião, e não há a emissão de raízes propriamente dita, mas sim de radículas. O consumo inicial, correspondente à fase I, mostrou-se crescente pelo fato dos dados começarem a ser coletados aos cinco dias após a semeadura (DAS), onde a cultura, após a emissão das raízes, inicia o seu consumo hídrico propriamente dito.

A fase II corresponde ao pleno estabelecimento da plântula e desenvolvimento vegetativo. Desde a emissão dos cotilédones e o início do processo de fotossintético, até o estabelecimento da copa vegetal e início do processo reprodutivo. Há ainda um intenso desenvolvimento do sistema radicular que cresce e se ramifica para explorar os nutrientes do solo e buscar por água para atender o consumo da cultura. Segundo Blanco (2016) o crescimento das plantas de pepino é bastante acelerado durante quase todo o ciclo da cultura, reduzindo o ritmo de crescimento apenas nos estágios finais quando a planta inicia o processo de senescência. O mesmo ainda afirma que as fases fenológicas no pepineiro se confundem, onde desenvolvimento vegetativo, a floração e o crescimento e maturação dos frutos ocorrem simultaneamente após o início do florescimento.

A fase III inicia com os primeiros sinais do processo reprodutivo e vai até o início da maturação, durante essa fase a cultura demanda muita água para nutrir a planta e acumular reservas nos frutos. Simultaneamente ainda acontece um lento crescimento vegetativo, emissão de flores e crescimento dos frutos. Loomis & Crandall (1977) verificaram aumento rápido do K_c após o início do florescimento, chegando ao valor de 1,50 no período de colheita.

Finalizando o acúmulo de reservas nos frutos a planta entra na última fase de seu ciclo. Nesta fase a demanda hídrica da planta tem atingido o seu máximo e tende a decrescer lentamente, diminuindo também os valores de K_c . Isso ocorre pelo fato da maturação dos frutos acontecerem em momentos diferentes e mesmo que ocorra a senescência das às folhas a demanda por água continua para nutrir os frutos que não atingiram o estado de maturidade.

Na Tabela 1 estão descritos os períodos, as fases e os seus respectivos valores médios de coeficiente de cultivo (Kc) para cada fase da cultura do pepino.

Os valores médios de Kc encontrados neste trabalho foram superiores em todas as fases ao valor proposto pela FAO. Neste caso, uma possível justificativa para este comportamento seria com relação às condições agroclimáticas da região. No manual 56 da FAO, Doorembos e Pruitt (1977), determinaram Kc também para a cultura do pepino de acordo com suas fases fenológicas.

Valores de Kc superiores aos determinados por esse trabalho, com exceção para a fase I foram encontrados por Oliveira (2009) trabalhando com manejo de irrigação na cultura do pepino em ambiente protegido, onde para as fases I, II, III e IV obteve os seguintes valores de Kc de 0,71; 1,50; 2,38 e 1,53 respectivamente. Romero et al (2009), na região de Mérida na Venezuela encontrou valores de Kc de 0,6; 0,9; 1 e 0,8 para as fases I, II, III e IV respectivamente. A constatação de diferentes resultados vem apenas reforçar a necessidade de ajustes de coeficientes de cultivo para cada região específica tendo em vista que as condições edafoclimáticas são as mais variadas.

CONCLUSÃO

Foram obtidos valores de Kc de 0,56; 1,32; 1,43 e 1,18 para as fases I, II, III e IV respectivamente, que por sua vez superestimaram os valores de Kc da FAO recomendados para a cultura do pepino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C.; MARTINEZ, M. A. Tendências recentes nos elementos do clima e suas implicações na evapotranspiração da cultura do milho em Viçosa – MG. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.631-642. 2011.

ALLEN, R. G.; JENSEN, M. E.; WRIGHT, J. L. et al. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, v.81, p.650-662, 1989.

ALVES, E.S. **Determinação do coeficiente de cultivo (Kc) da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) por lisimetria de drenagem no agreste alagoano.** 2014. 51 p. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL. 2014.

BLANCO, F.F. **Fertirrigação na cultura do pepino. In: Fertirrigação: Teoria e Prática.** Disponível em: <[Http://www.cpamn.embrapa.br/soloaguaclima/doc/ Flavio/CLs/CL1.pdf](http://www.cpamn.embrapa.br/soloaguaclima/doc/Flavio/CLs/CL1.pdf).> (acessado em julho de 2016).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements.** Roma: FAO, (Irrigation and Drenage Paper, 24). 179p. 1977.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 4ª ed.** Viçosa: UFV, 421p. 2013.

LOOMIS, E.L.; CRANDALL, P.C. Water consumption of cucumbers during vegetative and reproductive stages of growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.102, n.2, p.124-127, 1977.

OLIVEIRA, Eduardo Carvalho. **Manejo de irrigação da cultura do pepino japonês (Cucumis sativus L.) em ambiente protegido.** 2009. 108p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG. 2009.

OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; ALMEIDA, A. C. Determinação da evapotranspiração e dos coeficientes de cultura para as diferentes fases de desenvolvimento do melão (Cucumis melo L.) na região norte da Bahia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** Mossoró, RN, v. 5, n. 2, p.142-151, 2010.

ROMERO, E.; RODRÍGUEZ, A.; RÁZURi, L.; SUNIAGA, J.; MONTILLA, E. Estimación de las Necesidades Hídricas del Cultivo de Pepino (cucumis sativus L.), Durante las Diferentes Etapas Fenológicas, Mediante la Tina de Evaporación. **Agricultura Andina**, v. 16, 66p. 2009.

SEMARH. **Distribuição média climatológica da precipitação no Estado de Alagoas.** Disponível em: < <http://www.semarh.al.gov.br/tempo-e-clima/boletins-e-analises-tecnicas/mapas-de-media-climatologica/mapabaixa1.jpg>>. Acesso em: 05 julho. 2016.

XAVIER, R. A; DORNELLAS, P. C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, região Agreste de Alagoas. **GEOGRAFIA**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 49-64, 2010.

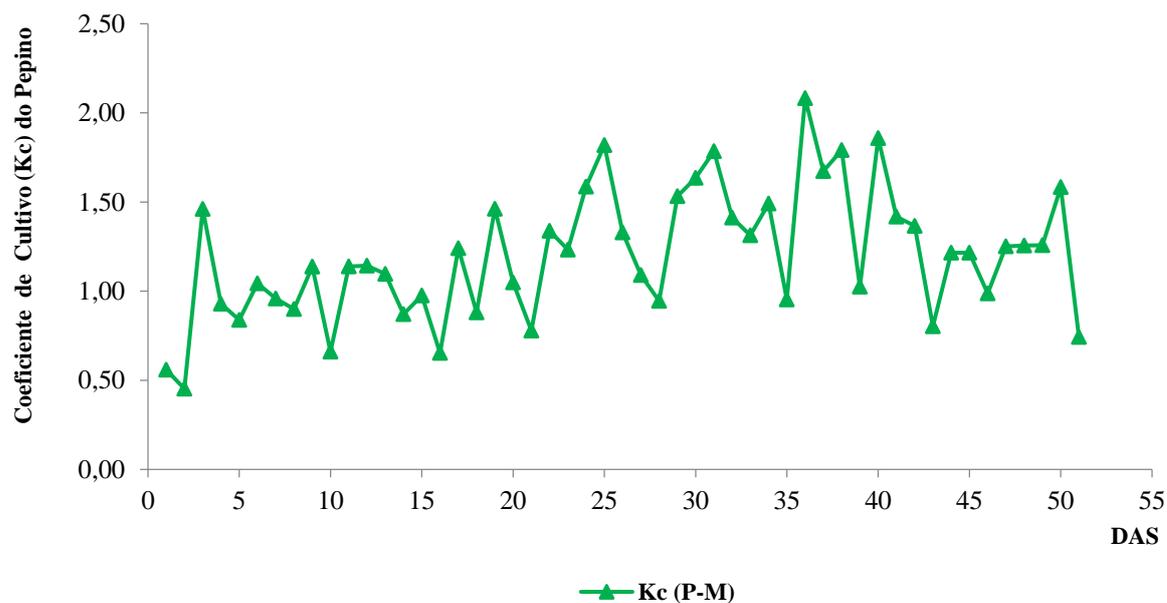


Figura 1. Coeficiente de cultivo (Kc) da cultura do pepino em dias após a sementeira (DAS).

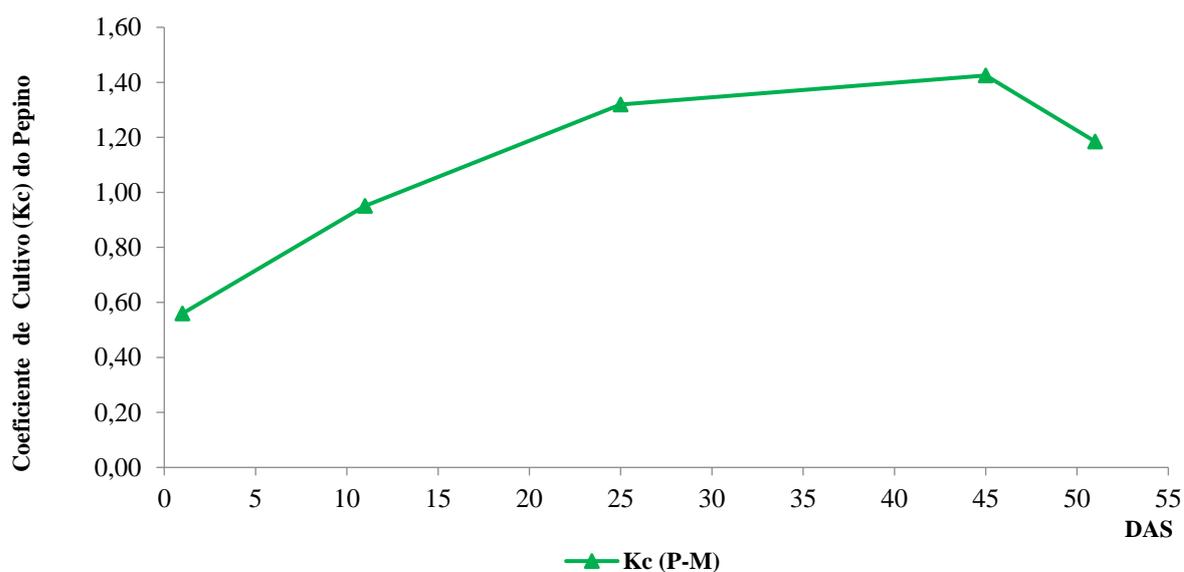


Figura 2. Coeficientes de cultivo (Kc) da cultura do pepino para as fases I, II, III e IV.

Tabela 1. Período fase e coeficiente de cultivo (Kc) para a cultura do pepino.

PERÍODO	FASE		Kc	
	(dias)	(%)		
Sementeira à Germinação	I	10	24	0,56
Desenvolvimento da Cultura	II	14	33	1,32
Florescimento/Formação de Fruto	III	20	37	1,43
Maturação	IV	7	6	1,18
TOTAL		51	100	