



## COEFICIENTE DE CULTIVO DA CENOURA ATRAVÉS DE LISIMETRIA DE DRENAGEM PELO MÉTODO DE HARGREAVES-SAMANI

T. R. G da Silva<sup>1</sup>, M. R. Barbosa Júnior<sup>2</sup>, J. C da Silva<sup>3</sup>, C. B da Silva<sup>4</sup>, D. P. dos Santos<sup>5</sup>,  
M. A. L dos Santos<sup>6</sup>

**RESUMO:** A cenoura (*Daucus carota* L.) é considerada uma das cinco mais importantes olerícolas no cenário nacional, em ordem de importância pelo seu elevado consumo. No entanto, sendo a água fator limitante para sua produção, faz-se necessária a utilização de técnicas de manejo de irrigação, dentre essas técnicas tem-se a determinação de coeficientes de cultivos específicos para cada região em estudo. Dessa forma, objetivou-se determinar o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) da cultura da cenoura através do método direto de lisimetria de drenagem. Foram instalados 6 lisímetros de drenagem na área experimental dedicada ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas - *Campus* de Arapiraca, no período de março a junho de 2016. Os lisímetros foram construídos a partir de recipientes plásticos, apresentando uma área de superfície de 0,07 m<sup>2</sup>. O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) foi obtido pela razão entre a evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ) calculada diariamente através dos lisímetros de drenagem, e a evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) pelo método matemático de Hargreaves-Samani. Foram encontrados os valores de  $K_c$  para a cultura da cenoura de: 0,54; 1,51; 1,51 e 1,23 para as fases I, II, III e IV respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Daucus carota* L., fatores edafoclimáticos, fases fenológicas.

## COEFFICIENT OF CULTIVATION OF CARROTS THROUGH DRAINAGE LYSIMETRY AND HARGREAVES-SAMANI METHOD

**ABSTRACT:** The carrot (*Daucus carota* L.) is considered one of the five most important olive groves in the national scenario, in order of importance due to its high consumption. However, since water is a limiting factor for its production, it is necessary to use irrigation management techniques, among these techniques the determination of specific crop coefficients for each

<sup>1</sup> Acadêmica de Agronomia, UFAL, CEP 57309-005. Arapiraca, AL. Fone (82) 981183770. E-mail: tsgomes4@gmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico de Agronomia, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>3</sup> Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>4</sup> Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>5</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>6</sup> Doutor em Irrigação e drenagem ESALQ/USP, Prof. Associado da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Arapiraca, AL.

region under study is required. In this way, the objective was to determine the cultivation coefficient ( $K_c$ ) of the carrot culture through the direct method of drainage lysimetry. Six lime meters of drainage were installed in the experimental area dedicated to the Agronomy course of the Federal University of Alagoas - Arapiraca Campus, from March to June 2016. Lysimeters were constructed from plastic containers, presenting a surface area of  $0.07 \text{ m}^2$ . The cultivation coefficient ( $K_c$ ) was obtained by the ratio between the evapotranspiration of the crop ( $ET_c$ ) calculated daily through the drainage lysimeters, and the reference evapotranspiration ( $ET_o$ ) by the mathematical method of Hargreaves-Samani. The  $K_c$  values for the carrot crop were: 0.54; 1.51; 1.51 and 1.23 for phases I, II, III and IV respectively.

**KEY WORDS:** *Daucus carota* L., edaphoclimatic factors, phenological phases.

## INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) pertence à família Apiaceae, é originária do Afeganistão, na Ásia Central (FILGUEIRA, 2012). É caracterizada como uma das mais importantes olerícolas, pelo seu elevado consumo mundial, pela grande extensão de área plantada e por possibilitar o desenvolvimento socioeconômico dos produtores rurais (SILVA, 2015).

A cenoura é a hortícola raiz comestível que possui maior valor econômico no Brasil. Por ano, ocupa uma área equivalente a aproximadamente 25 e 30 mil hectares, com uma produção estimada em 900 mil toneladas raízes (LACERDA, 2014).

A estratégia definida como manejo de irrigação consiste no emprego racional do uso da água com o objetivo de atender as necessidades hídricas das plantas elevando produtividade (ALEMAN, 2015). Esse manejo pode ser baseado na evapotranspiração relacionando o consumo de água pela planta e a umidade do solo (SHOCK, 2011).

A determinação da necessidade de irrigação é importante para minimizar a proliferação de pragas, doenças e lixiviação de nutrientes. O manejo de irrigação deve considerar fatores como solo, o clima e a planta (ALEMAN, 2015).

A evapotranspiração é definida como a combinação de dois processos distintos, a evaporação da água diretamente da superfície do solo e a transpiração através dos estômatos das plantas. Quando os dados meteorológicos são insuficientes para calcular a evapotranspiração pelo método de PM FAO-56, pode-se utilizar outros métodos, como o de Hargreaves-Samani, Radiação FAO e o de Blaney-Criddle, sendo mais fáceis de serem determinados quando comparado ao método de Penman-Monteith (SILVA, 2017).

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) é um parâmetro agrometeorológico indispensável para o planejamento e manejo de irrigação, e também é considerada elemento do balanço hídrico (CARVALHO, 2011).

Para Lopes (2010), evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) é a evapotranspiração real de qualquer cultura em qualquer estágio fenológico, podendo estar sofrendo ou não limitação hídrica ou outro fator que impeça de alcançar a sua taxa potencial.

Segundo Silva et al. (2013), a demanda hídrica das plantas é diferenciada de acordo com a sua fase fenológica, necessitando de um coeficiente de ajuste ou de cultivo (K<sub>c</sub>) específico para cada uma das fases. O K<sub>c</sub> é dependente de parâmetros climáticos, da taxa da evaporação do solo e do estágio de desenvolvimento da cultura (CARVALHO, 2011).

Um dos métodos para se determinar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) é por meio de medidas diretas que é baseada na utilização de lisímetros. Este método possibilita uma estimativa confiável da real necessidade das culturas (SANTOS, 2009). É o método mais preciso para a determinação direta da ET<sub>o</sub>, desde que instalados corretamente (BERNADO, 2013). Assim, o perfil de solo no seu interior assemelha-se o máximo possível das camadas de solo da área externa.

Dessa forma, objetivou-se determinar o coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) da cultura da cenoura através do método direto de lisimetria de drenagem pelo método de Hargreaves-Samani.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, *Campus* de Arapiraca, localizada na mesorregião Agreste do Estado de Alagoas, com coordenadas geodésicas 9° 45' 09" de latitude sul e 36° 39' 40" de longitude oeste e altitude de 325 m, no período de março a junho de 2016.

Foram instalados seis lisímetros de drenagem, distribuídos em dois canteiros, com 3x1 metros de comprimento e largura, respectivamente. Os lisímetros foram construídos a partir de recipientes plásticos em formato circular com as dimensões de 0,30 x 0,30m de diâmetro e profundidade, respectivamente, que corresponde a uma área de superfície de 0,070m<sup>2</sup>. O espaçamento entre lisímetros foi de 1 m. O sistema de drenagem consistiu de tubos de polietileno de 20mm, instalados na base inferior dos lisímetros e conectados aos recipientes coletores, de modo que tivesse um suave declive no sentido do dreno a fim de facilitar a drenagem da água.

Antes do preenchimento dos lisímetros com solo foi colocada uma tela flexível de náilon na saída interna dos drenos para evitar a passagem de sedimentos e possíveis entupimentos na tubulação do sistema de drenagem, e uma camada com 0,02m de espessura de brita com a função de facilitar a drenagem da água para os drenos.

A semeadura foi realizada no dia 30 de março de 2016. A semente foi distribuída a 3 cm de profundidade no solo. Utilizando espaçamento de 0,3 x 0,1m.

Os dados meteorológicos foram utilizados na análise do modelo matemático de estimativa de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), sendo este: Hargreaves-Samani, cujos dados foram obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da cidade de Arapiraca, localizada a aproximadamente 8 km da área experimental. Esses dados foram inseridos em planilhas eletrônica do Excel para obtenção da ET<sub>o</sub>.

O método de Hargreaves-Samani, para estimativa da (ET<sub>o</sub>) diária, em mm d<sup>-1</sup>, foi apresentada por (PEREIRA et al., 1997):

$$ET_o = 0,0023 R_n (T + 17,8) \sqrt{T_{max} - T_{min}}$$

Em que:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

R<sub>n</sub> = saldo de radiação, mm d<sup>-1</sup>;

T = temperatura média diária, °C;

T<sub>max</sub> = temperatura máxima, °C;

T<sub>min</sub> = temperatura mínima, °C.

O coeficiente de cultivo foi calculado pela razão entre a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), conforme a equação:

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

Em que:

K<sub>c</sub> = coeficiente da cultura, adimensional;

ET<sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura, mm d<sup>-1</sup>;

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>.

Então, com os dados de ET<sub>c</sub>, obtidos através dos lisímetros de drenagem e ET<sub>o</sub>, através das equações empíricas, foi determinado o coeficiente de cultivo para cada método e para cada fase fenológica da cultura da cenoura.

O K<sub>c</sub> varia de acordo com sua fase fenológica, do qual para a cenoura apresenta 4 fases distintas:

- Fase I. Representa o estabelecimento inicial da cultura que vai da semeadura até a emergência (30 dias, quando é realizado o desbaste);
- Fase II. Caracteriza o desenvolvimento vegetativo que inicia da emergência até o máximo potencial vegetativo (até os 44 dias);
- Fase III. Desenvolvimento da raiz (até os 84 dias);
- Fase IV. Quando ocorre a maturação (até os 94 dias);

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura máxima diária durante o período de cultivo foi de 33°C obtido no dia 14 de maio a mínima de 18,80°C para o dia 7 de maio. O maior valor de umidade relativa média do ar (%) foi de 87% ocorrido no dia 30 de maio, com registro de precipitação de 3,63mm.

Tanto a temperatura como a umidade relativa são fatores de extrema importância para o desenvolvimento da cultura (ALMEIRA, 2012).

Quanto à radiação solar observa-se que apresentou uma média diária para o período foi de 21,28 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>.

Em relação à precipitação, houve a ocorrência de 202 mm durante todo o período do experimento, sendo o maior pico no dia 08 de maio com valor de 24,83 mm.

Para o método de Hargreaves-Samani os valores da ETo apresentaram valor médio de 3,71 mm d<sup>-1</sup>, máximo de 4,49 mm d<sup>-1</sup>, mínimo de 2,43 mm d<sup>-1</sup> e um total de 195,53 mm.

O método de H-S, apresentou um desempenho satisfatório (d=0,95; c=0,52) de acordo com as estimativas dos valores de ETo obtidos. Este resultado pode ser explicado devido a ocorrência de 202 mm de chuva, durante o período do experimento, condição favorável para influenciar nos parâmetros de ajustamento do método de H-S, uma vez que este é recomendado para regiões áridas.

Lucena et al. (2016) no município de Bom Jesus, PI comparando a ETo no período chuvoso e seco para esse método também encontrou um desempenho satisfatório (c= 0,5747; d = 0,99) para o método de H-S no período de chuvas, enquanto que no período seco o método de Hargreaves-Samani, apresentou-se com desempenho caracterizado como bom, com índices (c=0,7202; d= 0,99).

Na fase inicial, o Kc é baixo, já que o consumo é mínimo, apresentando baixo desenvolvimento vegetativo, menor área foliar visto que a planta só necessita de água para

nutrir o embrião e não apresenta o desenvolvimento da raiz, e com isso apresenta baixos valores de Kc de 0,54 aos 30 dias.

Para a fase II (desenvolvimento vegetativo) é observado um crescimento linear crescente do consumo de água, este é caracterizado quando a planta começa a crescer vegetativamente, no entanto, a raiz ainda se encontra pouco desenvolvida. Na fase de desenvolvimento da raiz a planta começa a desenvolver sua raiz em tamanho e diâmetro e finaliza com a fase de maturação quando a quantidade de água exigida pela cultura diminui e os valores de Kc diminuem (as fases II, III e IV, respectivamente), apresenta os seguintes valores: 1,51; 1,51 e 1,23, aos 14, 37 e 10 dias (Figura 1).

Oliveira et al. (2003), trabalhando com a cultura da cenoura cultivada na região do Alto Parnaíba, MG, com Kc basal ajustado com as condições de clima encontrou valores de Kc de 1,15 na fase inicial, 1,12 na fase de crescimento, 1,12 na fase intermediária e 1,10 na fase final, resultados que diferem dos encontrados no presente trabalho.

## CONCLUSÃO

O Kc para cultivo da cenoura recomendado para a região é 0,48; 1,3; 1,3 e 1,03 para as fases I, II, III e IV respectivamente pelo método padrão.

## REFERÊNCIAS

- ALEMAN, Carariny Cabral. **Manejo de irrigação em diferentes fases de desenvolvimento da *Calendula officinalis* L.** 2015. 71p. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- ALMEIDA, B. M. de. **Evapotranspiração, coeficiente de cultura e produção do milho sob condições de salinidade residual.** 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8º edição atualizada e ampliada 5º reimpressão, Editora – UFV, 625 p. 2013.
- CARVALHO, L. G.; et. al. **Evapotranspiração de Referência: Uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa.** Agropecuária tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed.** Viçosa: UFV, 2012, 309-310p.

LACERDA, Yuri Eulalio Raposo. **Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos.** 2014. 62p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Sustentabilidade) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

LOPES, O. D. **Desenvolvimento, determinação e coeficiente de cultura (Kc) e da eficiência do uso da água do alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) na região de Montes Claros.** 2010 70 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. 2010.

LUCENA, F.A.P.; et al. **Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência no município de Bom Jesus, PI.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.10, nº.3, p. 663 - 675, 2016.

OLIVEIRA, R.A.; et al. **Coefficientes de cultura da cenoura nas condições edafoclimáticas do Alto Paranaíba, Minas Gerais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.2, p.280-284, 2003.

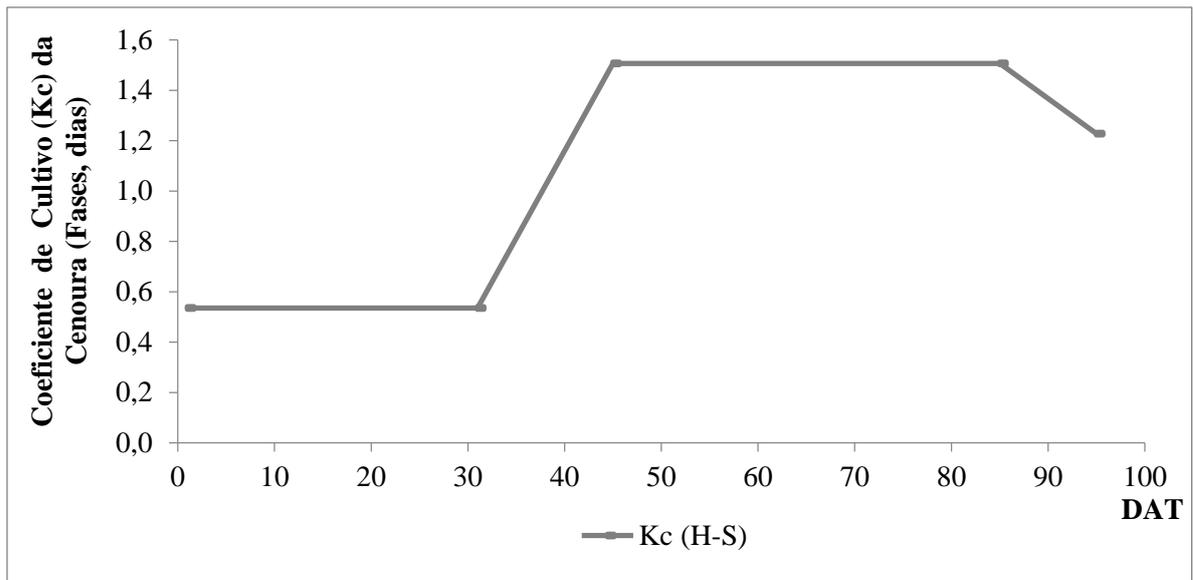
PEREIRA, A. R.; MANIERO, M. A.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba: FEALQ. p. 17-47, 1997.

SHOCK, C. C.; WANG, F. X. **Soil water tension, a powerful measurement for productivity and stewardship.** Hortscience, Alexandria, v. 46, n. 2, p. 178-185, 2011.

SILVA, J. C. da. **Determinação do coeficiente de cultivo da cenoura para o agreste alagoano.** Arapiraca – Alagoas, 2017.

SILVA, P. F. **Construção e instalação de lisímetros de drenagem para determinação do coeficiente de cultivo (Kc) para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) no agreste alagoano.** 2013. 48 p. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL. 2013.

SILVA, Y. N. M.; et. al. **Produtividade da cultura da cenoura em função das lâminas de irrigação.** Congresso brasileiro de engenharia agrícola – CONBEA, 2015, São Pedro, SP. Anais do CONBEA, 2015.



**Figura 1.** Coeficientes de cultivo (Kc) da cultura da cenoura pelo método Hargreaves-Samani (H-S) de acordo com as fases fenológicas da cultura.