



## COEFICIENTE DE CULTIVO (KC) DA CENOURA ATRAVÉS DE LISIMETRIA DE DRENAGEM NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO AGRESTE DE ALAGOANO

S. M. de Menezes<sup>1</sup>, J. C da Silva<sup>2</sup>, C. B da Silva<sup>3</sup>, L. F. F Costa<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 uma hortícola-raiz que possui destaque no cenário econômico do país, principalmente, pelo seu valor alimentício e nutricional, por ser rica em vitaminas e sais minerais é bastante apreciada na dieta alimentar. Conhecer a necessidade hídrica das culturas viabiliza o manejo adequado da irrigação e possibilita a redução de gastos desnecessários com água e energia, além de reduzir a incidência de doenças. São escassos os estudos sobre essa cultura na região Agreste de Alagoas, sobretudo acerca da sua necessidade hídrica nas diferentes fases fenológicas. Objetivou-se determinar o coeficiente de cultivo (Kc) da cultura da cenoura através do método direto de lisimetria de drenagem. Foram instalados 6 lisímetros de drenagem na unidade experimental da Universidade Federal de Alagoas - *Campus* de Arapiraca, em uma área de 6 m<sup>2</sup>, no período de março a junho de 2016. O coeficiente de cultivo (Kc) foi obtido pela razão entre a evapotranspiração da cultura (ETc) calculada diariamente através dos lisímetros de drenagem pela diferença entre a lâmina aplicada e drenada, e a evapotranspiração de referência (ETo) estimada através do modelo matemático de Penman-Monteith (FAO). Foram encontrados valores de Kc para a cultura da cenoura de: 0,48; 1,3; 1,3 e 1,03 para as fases I, II, III e IV respectivamente, sendo recomendado a sua utilização para as condições climáticas da região Agreste de Alagoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Necessidade hídrica, lisimetria, *Daucus carota* L.

## COEFFICIENT OF CULTIVATION (KC) OF THE CARROTS THROUGH LISINETRY OF DRAINAGE IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF ALAGOANO AGRESTE

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco. E-mail: sirleidemeneses@hotmail.com,

<sup>2</sup> Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: julianna\_cds@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: cinara\_cbs@hotmail.com

<sup>4</sup> Acadêmico de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: luis.costa@arapiraca.ufal.br

<sup>5</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco. E-mail: daniellapsantos@hotmail.com

<sup>6</sup> Doutor em Irrigação e drenagem ESALQ/USP, Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: mal.santo@hotmail.com

**ABSTRACT:** Carrot (*Daucus carota* L.) is a root horticultural crop that is prominent in the country's economic scenario, mainly because of its nutritional and nutritional value, because it is rich in vitamins and minerals and is highly appreciated in the diet. Knowing the water needs of crops enables the proper management of irrigation and allows the reduction of unnecessary expenses with water and energy, as well as reducing the incidence of diseases. There are few studies about this crop in the Agreste region of Alagoas, mainly about its water requirement in the different phenological phases. The objective was to determine the cultivation coefficient (Kc) of the carrot culture through the direct method of drainage lysimetry. Six drainage lysimeters were installed in the experimental unit of the Federal University of Alagoas - *Campus* de Arapiraca, in an area of 6m<sup>2</sup>, from March to June 2016. The crop coefficient (Kc) was obtained by the ratio of evapotranspiration (ETc) calculated daily through the drainage lysimeters, by the difference between the applied blade and drained blade, and the reference evapotranspiration (ETo) estimated using the Penman-Monteith (FAO) mathematical model. Kc values were found for the carrot culture of: 0.48; 1,3; 1.3 and 1.03 for phases I, II, III and IV respectively, and their use is recommended for the climatic conditions of the Agreste region of Alagoas.

**KEYWORDS:** Water need, lisimetry, *Daucus carota* L.

## INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) possui destaque no cenário nacional de produção de hortaliças fato evidenciado pelo seu alto consumo em todas as regiões do país o que garante uma elevada expressão econômica dessa cultura. De acordo com Lacerda (2014), a cenoura é a hortícola raiz comestível que possui maior valor econômico no Brasil, sendo cultivada em todo território nacional, ocupando anualmente uma área equivalente a aproximadamente 25 e 30 mil hectares, com uma produção estimada em 900 mil toneladas de raízes. Panazzolo (2011), destaca sua importância na alimentação, por ser rica em vitaminas (principalmente provitamina A) e sais minerais, sendo muito apreciada na dieta alimentar brasileira, trazendo benefícios para os olhos, a pele, cabelos, mucosas, ossos e sistema imunológico.

Na região Agreste do Estado de Alagoas, a produção dessa hortícola é viabilizada pelo uso da irrigação, uma vez que é característico do Nordeste brasileiro apresentar escassez hídrica e apresentar uma má distribuição da precipitação pluviométrica ao longo do ano, de modo que se faz necessário o suprimento hídrico por meio de sistemas associados às práticas de manejo

adequadas, e com isso, a obtenção de produtividades satisfatórias. Aleman (2015), define estratégia de manejo de irrigação como o emprego racional do uso da água com o objetivo de atender as necessidades hídricas das plantas elevando produtividade. Com um manejo adequado da irrigação, pode-se economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto (Marques et al., 2015).

O manejo de irrigação é realizado com base nas necessidades hídrica das culturas que é obtida através da junção dos fatores do clima que predominam na região, das condições da cultura, como a variedade e a fase fenológica, do tipo de solo e do sistema de irrigação utilizado. Esta demanda pode ser obtida por métodos distintos, que usam metodologias diferentes (ALVES, 2014). O Coeficiente de Cultivo ( $K_c$ ), que está relacionado aos fatores fisiológicos e ambientais das plantas é um dos parâmetros importantes a serem considerado na determinação do consumo hídrico das culturas. Este é dado pela razão entre a evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ) e a evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ), considerando fatores climáticos, da planta e do solo, deve ser determinado para condições locais nos quais será utilizado e em todas as fases de desenvolvimento das culturas.

Para Carvalho (2006), o  $K_c$  influencia diretamente na determinação dos valores da evapotranspiração, fazendo-se necessário sua estimativa regional, ao invés de utilizar valores médios tabelados, evitando, dessa maneira subestimar ou superestimar os valores de  $E_{To}$  e conseqüentemente da  $E_{Tc}$ . Devido a sua relação com fatores ambientais e fisiológicos das plantas é preferível sua determinação sob condições de campo ao qual serão utilizados, isso é possível através da instalação de lisímetros, que permitem a determinação da evapotranspiração pela diferença, para um dado período de tempo, entre água fornecida e a água percolada.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho, determinar o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) da cultura da cenoura através do método direto de lisimetria de drenagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área experimental da Universidade Federal de Alagoas Campus de Arapiraca com as seguintes coordenadas geográficas: 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. Esta região fica numa área de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano, cujo o clima é do tipo 'As' Tropical com estação seca de Verão, pelo critério de classificação de Köppen, e o solo é classificado como Latossolo amarelo Vermelho Distrófico de textura areno/argilosa (EMBRAPA, 2013).

Foi utilizado uma bateria de 6 lisímetros de drenagem para a determinação do coeficiente da cenoura, distribuídos em dois canteiros com dimensões de 3 m de comprimento por 1 m de largura, somando uma área útil de 6 m<sup>2</sup> para a pesquisa. Os lisímetros foram construídos a partir de recipientes de polietileno em formato circular com as dimensões de 0,30 x 0,30 m de diâmetro e profundidade respectivamente, que corresponde a uma área de superfície de 0,070 m<sup>2</sup>, estes foram enterrados no solo posterior a abertura de trincheiras. As camadas do solo foram retiradas e separadas a cada 0,10 m de profundidade e depois alocadas nos lisímetros respeitando o perfil original do solo.

Os lisímetros foram instalados em sequência na linha central de plantas em cada canteiro. O espaçamento adotado entre lisímetros nos canteiros foi de 1 m e para a cultura foi de 0,30 m entre linhas e 0,10 m entre plantas, sendo que em cada lisímetro encontravam-se três plantas simultaneamente. Foi necessário abrir pequenas trincheiras para a passagem da tubulação, bem como para a condução da água drenada para os vasos coletores. A água drenada dos lisímetros, foi coletada em vasos de polietileno com capacidade para 3L de água (um vaso para cada lisímetro). O sistema de drenagem foi instalado com uma abertura de 25 mm, na parte inferior do recipiente, na qual foi inserida tubulação até o poço de coleta de armazenamento de água drenada.

A adubação foi realizada de acordo as recomendações do manual de adubação de estado de Pernambuco (Cavalcante, et al.,2008) com base na análise do solo da área aplicando uma fração dos fertilizantes NPK em fundação e outra em cobertura aos 30 dias após a semeadura. A semeadura ocorreu no dia 30 de março de 2016 deixando-se em média 5 sementes por cova afim de garantir a germinação e posteriormente houve o desbaste deixando apenas 1 planta por cova. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento por gravidade onde a água era armazenada em vasos com capacidade para 20 L organizados em uma bancada a 1 m de altura ao lado dos canteiros. Os lisímetros eram atendidos individualmente por um único emissor vinculado a um reservatório e as demais plantas eram irrigadas pela associação de dois reservatórios em comum.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi estimada pelo método padrão FAO Penman-Monteith com dados climatológicos fornecidos por uma estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada a 8 Km da área experimental. O Modelo matemático é descrito de acordo com (Allen et al., 1998) pela Equação 1.

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

Em que:

$ET_o$  = evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

$\delta$  = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa °C<sup>-1</sup>;

$\lambda$  = calor latente de evaporação, MJ kg<sup>-1</sup>.

$r_c$  = resistência do dossel da planta, s m<sup>-1</sup>;

$r_a$  = resistência aerodinâmica, s m<sup>-1</sup>;

$Rn$  = saldo de radiação à superfície, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

$G$  = fluxo de calor no solo, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

$\gamma$  = constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>;

$T$  = temperatura média do ar, °C;

$U_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>;

900 Fator de transformação de unidades, kJ<sup>-1</sup> kg K.

A evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) foi obtida diariamente através das médias de medidas diretas nos drenos diário dos lisímetros de acordo com (Aboukhaled et al., 1982) que estabelece a Equação 2:

$$ET_c = (P + I - D) / A \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

$ET_c$  = Evapotranspiração da cultura, mm;

$P$  = Precipitação pluviométrica, mm;

$I$  = Lâmina de água aplica por irrigação, L;

$D$  = Água drenada do lisímetro, mm;

$A$  = Área do lisímetro, m<sup>2</sup>.

A partir da  $ET_o$  e dos valores de  $ET_c$ , foram determinados os coeficientes de cultivo para cada balanço hídrico, nas condições experimentais, pela relação entre a  $ET_c$ , obtida pelo balanço de água nos lisímetros, e a  $ET_o$  de Penman-Monteith expresso na Equação 3:

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

Em que:

$K_c$  = coeficiente da cultura, adimensional;

$ET_c$  = evapotranspiração da cultura, mm d<sup>-1</sup>;

$ET_o$  = evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>.

Dada a metodologia procedeu-se a obtenção do  $K_c$  para cada fase fenológica da cultura da cenoura da qual apresenta um ciclo fenológico com 4 distintas fases: 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**

O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) foi obtido através da relação entre os valores diários de evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) estimado através do método indireto de Penman-Monteith e a evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ), determinada por médias diárias dos drenos dos lisímetros de drenagem, como é possível observar no gráfico 1.

Na fase inicial, o  $K_c$  é baixo, já que o consumo é mínimo, pelo fato da cultura está na fase inicial, apresentando baixo desenvolvimento vegetativo, apresentando menor área foliar uma vez que a planta só necessita de água para nutrir o embrião e não apresenta o desenvolvimento da raiz.

Na fase II (desenvolvimento vegetativo) é observado um crescimento linear do consumo de água, este é caracterizado quando a planta começa a crescer vegetativamente, no entanto, a raiz ainda se encontra pouco desenvolvida. Em seguida ocorre o pico de consumo (desenvolvimento da raiz), nessa fase a planta começa a desenvolver sua raiz em tamanho e diâmetro até atingir seu maior potencial de crescimento (maiores valores de  $K_c$ ). Finalizando com a maturação da raiz quando a quantidade de água exigida pela cultura diminui e os valores de  $K_c$  diminuem.

A primeira fase do ciclo fenológico das plantas é caracterizada por baixos valores de  $K_c$ . Para a fase de desenvolvimento vegetativo, desenvolvimento da raiz e maturação (II, III e IV, respectivamente), os valores obtidos pelo método de Penman-Monteith, foram semelhantes aos indicados pela FAO (Tabela 1).

Oliveira et al. (2003), trabalhando com a cultura da cenoura cultivada na região do Alto Parnaíba, MG, com  $K_c$  basal ajustado com as condições de clima encontrou valores de  $K_c$  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. Santos et al. (2009), obteve valores de  $K_c$  para a cultura da cenoura no Agreste pernambucano de 1,08-1,16 na fase inicial, 1,41-1,52 na fase de crescimento, 1,43-1,55 na fase intermediária e 1,40-1,52 na fase final, valores superiores nas fases inicial e final e próximos das fases de crescimento vegetativo e desenvolvimento da raiz aos encontrados no presente trabalho.

## CONCLUSÃO

O coeficiente de cultivo (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 Penmam-Monteith.

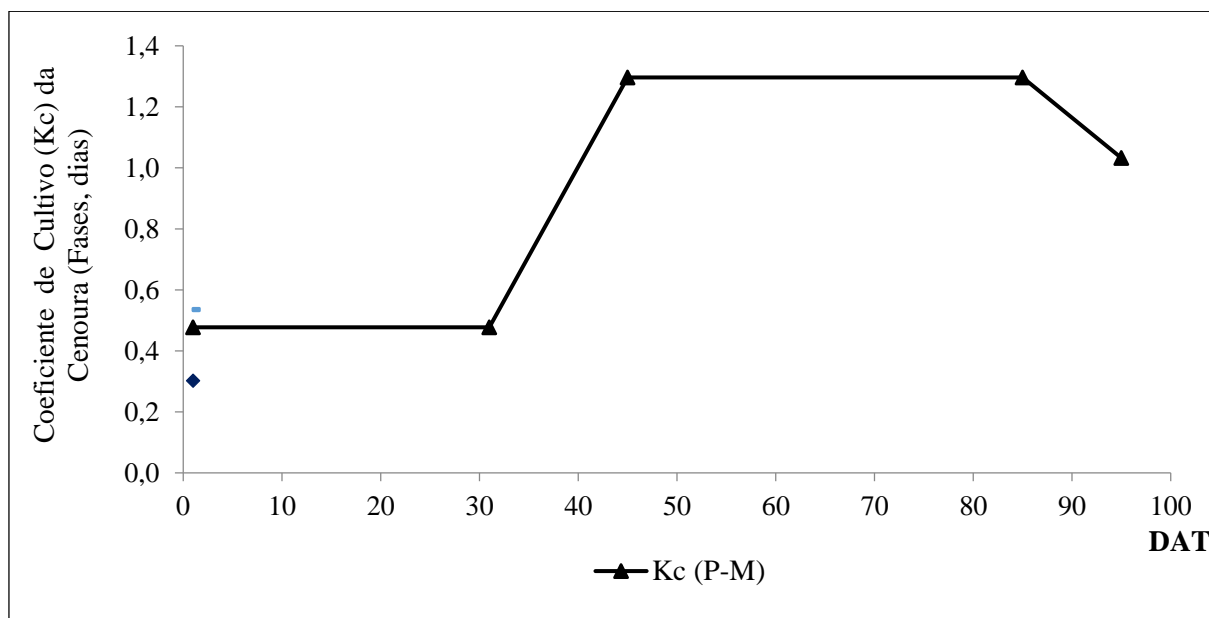
## REFERÊNCIAS

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. Lysimeters. Rome: FAO, 1982, 68p.
- ALEMAN, Carariny Cabral. Manejo de irrigação em diferentes fases de desenvolvimento da *Calendula officinalis* L. Piracicaba, 2015, 71p. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, 2015.
- ALLEN, R.G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines of computing crop water requirements. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56, Roma, p.300, 1998.
- ALVES, Élvís da Silva. Determinação do coeficiente de cultivo (Kc) da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) por lisimetria de drenagem no agreste alagoano. Arapiraca, 2014, 51 p. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas-UFAL.
- CARVALHO, D.F; CRUZ, E. S.; SILVA, W.A.; SOUZA, W. J.; SOBRINHO, T.A. Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no Estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental., v.10, n.1, p.112-118, 2006.
- CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. F. V. F. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco. 2008. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2013. 306p.
- LACERDA, Yuri Eulalio Raposo. Produção e qualidade de cenouras e de beterrabas com aplicação de fertilizantes orgânicos. Campina Grande, 2014, 62p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Sustentabilidade) – Universidade Estadual da Paraíba.
- MARQUES, P. A. A.; JOSÉ, J. V.; ROCHA, H. S.; FRAGA JÚNIOR; E. F.; SOARES, D. A.; DUARTE, S. N. Consumo hídrico do manjeriço por meio de lisímetro de drenagem. Irriga, v. 20, n. 4, p. 745-761, 2015.

OLIVEIRA, R.A.; ROCHA, I.B.; SEDIYAMA, G.C; PUIATTI, M.; CECON, P.R.; SILVEIRA, S.F.R. Coeficientes 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.

PANAZZOLO, Francieli. Influência de diferentes doses de salinidade e níveis de água na produção de cenoura. Botucatu, 2011, 50p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP.

SANTOS, F. X.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, J. R.; SOUZA, E. R. Determinação do consumo hídrico da cenoura utilizando lisímetros de drenagem, no agreste pernambucano. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Recife, PE, v.4, n.3, p.304-310, 2009.



**Figura 1.** Coeficiente de cultivo (Kc) da cultura da cenoura pelos métodos de Penman-Montheith, de acordo com as fases fenológicas da cenoura.

**Tabela 1.** Períodos, fases (em dias e %) e seus respectivos coeficientes de cultivo (Kc) para a cultura da cenoura.

PERÍODOS	FASES		Kc		
	Dias	(%)	P-M	FAO-56	
Estádio Inicial	I	30	33	0,48	0,93
Desenvolvimento Vegetativo	II	14	15	1,3	1,02
Desenvolvimento da raiz	III	37	41	1,3	1,07
Maturação	IV	10	11	1,03	0,8
<b>TOTAL</b>		<b>91</b>	<b>100</b>		