

## CONSUMO DE ÁGUA DA CULTURA DO PIMENTÃO VERDE IRRIGADO POR PULSO<sup>1</sup>

Samuel Barbosa Tavares dos Santos<sup>2</sup>, Rony de Holanda Costa<sup>3</sup>, Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior<sup>4</sup>, Cinara Bernardo da Silva<sup>5</sup>, Cícero Gomes dos Santos<sup>6</sup>, Márcio Aurélio Lins dos Santos<sup>7</sup>

**RESUMO:** O pimentão se destaca entre as dez hortaliças que possuem um maior valor agregado. O fracionamento da lâmina de irrigação (irrigação por pulsos) vem sendo utilizada em todo o mundo, principalmente devido aos seus efeitos positivos sobre o aumento da produtividade. Desta forma, objetivou-se avaliar a resposta do fracionamento da irrigação no consumo de água do pimentão verde. O experimento foi conduzido na área experimental do Grupo IRRIGA do Campus de Arapiraca da UFAL, no período de janeiro a março de 2019. Foram instalados 25 lisímetros de drenagem, distribuídos em cinco linhas de plantio. Cada conjunto de 5 lisímetros correspondiam a um pulso de irrigação, sendo primeiro conjunto denominado de pulso 1 até o conjunto 5 que foi denominado de pulso 5. Para cada pulso, o Kc foi obtido pela razão entre a ETc e a ETo. Para cada pulso de irrigação foi obtida diariamente a ETc determinada pela diferença entre a lâmina aplicada e a drenada. A ETo foi estimada pelo método Penman-Monteith. Para a ETc o pulso 1 apresentou menores resultados para a cultura do pimentão verde com 7,61 mm (total: 282,25 mm). Já o pulso 5 apresentou maiores valores na cultura com 8,01 mm (total: 306,69 mm). Com relação ao Kc o pulso 1 obteve menor e o pulso 5 um maior, quando comparado com os demais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo da irrigação. Lisimetria. Fracionamento de lâmina de irrigação.

## WATER CONSUMPTION OF THE GREEN PEPPER CULTURE IRRIGATED BY PULSE

<sup>1</sup> EXTRAÍDO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO SEGUNDO AUTOR

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Bacharel em Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Mestrando em Agricultura e Ambiente, PPGAA, Campus de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Bacharel em Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>5</sup> Mestra em Agricultura e Ambiente, PPGAA, Campus de Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, PPGAA, UFAL, Campus de Arapiraca, Arapiraca, AL.

<sup>7</sup> Prof. Doutor, PPGAA, UFAL, Campus de Arapiraca, Caixa Postal 61, CEP: 57.300-970, Arapiraca, AL. Fone: (82) 9.9955-0943, e-mail: mal.santo@arapiraca.ufal.br

**ABSTRACT:** The green pepper stands out among the ten vegetables that have a higher added value. The fractionation of irrigation blade (pulse irrigation) has been used around the world, mainly due to its positive effects on increased productivity. The objective of this work was to evaluate the response of irrigation fractionation in water consumption of green pepper. The experiment was conducted in the experimental area of Group Irriga of the Campus de Arapiraca of UFAL, in the period of January to March from 2019. Were installed twenty-five drainage lysimeters, distributed in five planting lines. Each set of 5 lysimeters corresponded to an irrigation pulse, being the first set called pulse 1 to the set 5 that was called pulse 5. For each pulse, the Kc was obtained by the ratio between ETC and ETo. For each irrigation pulse, was obtained daily the ETC determined by the difference between the applied and the drained blade. ETo was estimated by the Penman-Monteith method. For the ETC Pulse 1 showed lower results for the green pepper crop with 7.61 mm (total: 282.25 mm). Pulse 5 showed higher values in the culture with 8.01 mm (total: 306.69 mm). With respect to the Kc, Pulse 1 obtained lower and the pulse 5 higher, when compared with the others.

**KEYWORDS:** Irrigation management, Lysimeters, Fractionation of irrigation blade.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Capsicum annuum* L. é uma solanácea perene, porém cultivada como cultura anual. É caracteristicamente de origem americana, ocorrendo formas silvestres desde o Sul dos Estados Unidos até o Norte do Chile. Antes da colonização espanhola, o pimentão já era cultivado pelos indígenas, sendo uma planta arbustiva, com caule semilenhoso, que pode ultrapassar 1 m de altura. Seu sistema radicular pode atingir até 1 m de profundidade, havendo pouco desenvolvimento lateral. Suporta uma carga leve de frutos, mas exige tutoramento quando a produtividade é elevada (FILGUEIRA, 2007).

Para se obter altas produtividades na cultura do pimentão, a irrigação é uma das técnicas que deve ser adotada em seu manejo, para obter o consumo hídrico das culturas, sendo estas a determinação do coeficiente de cultivo (Kc). Ele é calculado através da razão entre a evapotranspiração da cultura (ETc) e da evapotranspiração de referência (ETo). Para determinar a ETc é necessário o conhecimento da evapotranspiração da cultura durante todas suas fases fenológicas. A ETc pode ser determinada através de métodos diretos e indiretos, entre métodos diretos, o procedimento mais preciso para obter a ETc é com a utilização de lisímetros, podendo ser de drenagem, pesagem e lençol freático. Para estimar a ETo é

necessária a aplicação de algum método ou equação empírica, que são calculados através de fatores edafoclimáticos.

A técnica de irrigação por pulsos está sendo estudada atualmente e consiste na prática de um curto período de irrigação, seguido por um período de repouso e outro período de irrigação curto, e este ciclo se repete até que toda lâmina de irrigação diária requerida pela cultura seja aplicada em vários ciclos on/off (ALMEIDA et al., 2015).

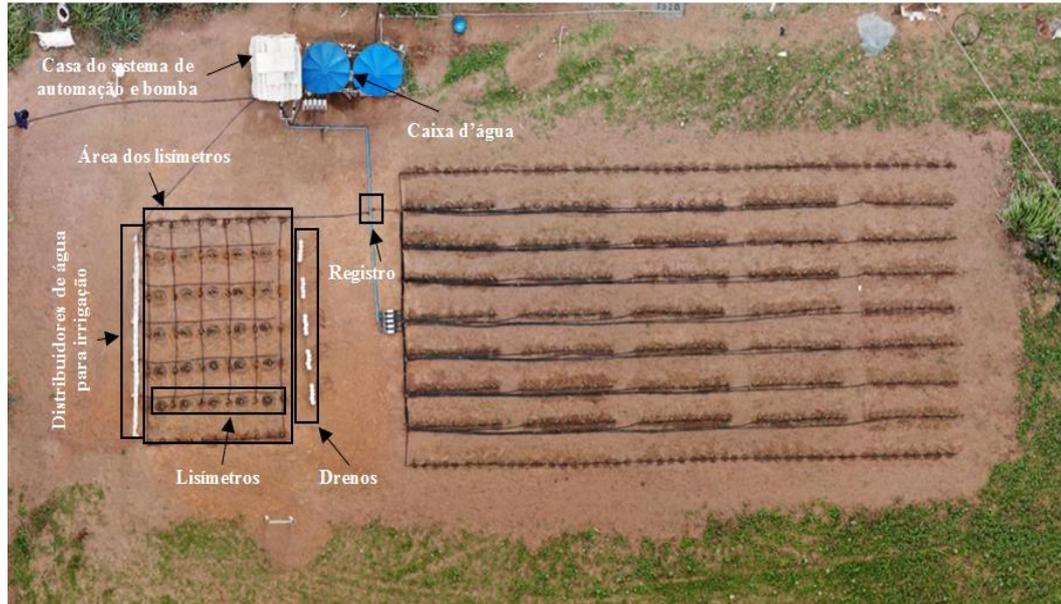
A irrigação por pulsos vem sendo utilizada em todo o mundo, principalmente devido aos seus efeitos positivos sobre o aumento da produtividade, melhoria da qualidade dos produtos, economia no uso da água, diminuição da obstrução dos emissores e redução do consumo de energia elétrica (BAKEER et al., 2009). A técnica da irrigação por pulsos vem sendo estudada em algumas culturas, em diferentes regiões do mundo, tais como na soja no Egito e no tomateiro na Arábia Saudita (ELNESR et al., 2015).

Com isto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a evapotranspiração da cultura (ETc) e o coeficiente de cultivo (Kc) através de lisímetros de drenagem com a inclusão de pulsos de irrigação na cultura do pimentão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

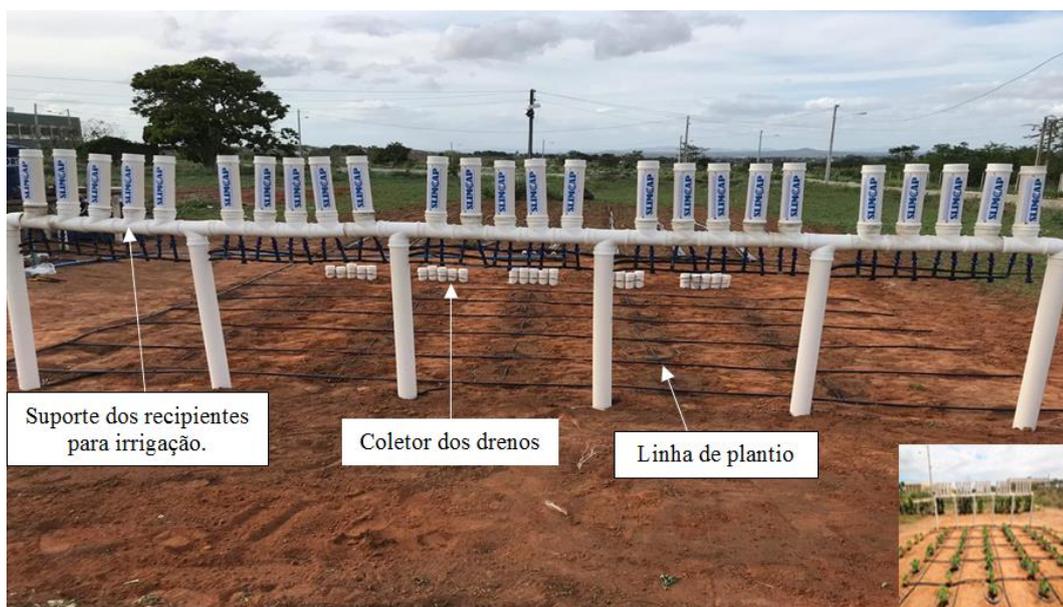
O experimento foi conduzido na área experimental do Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica em Manejo de Água para a Irrigação (Grupo Irriga), situada nas dependências do Campus de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no período de janeiro a março de 2019. A UFAL localiza-se no município de Arapiraca, região Agreste de Alagoas, a aproximadamente 130 km da capital Maceió, AL, com coordenadas geodésicas 9°41'56,8'' de latitude Sul e 36°41' 12,83'' de longitude Oeste e altitude de 310,54 m (Figura 1).

A região é de transição entre a Zona da Mata e o Sertão alagoano, seu clima é classificado como do tipo 'As' tropical com estação seca de verão, pelo critério de classificação de Köppen (1948). De acordo com Xavier & Dornellas (2010), a estação chuvosa tem início no mês de maio e se estende até a primeira quinzena de agosto, com precipitação média de 854 mm ano<sup>-1</sup>, sendo os meses de maio a julho os mais chuvosos e setembro a dezembro os mais secos. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico, EMBRAPA (2018).



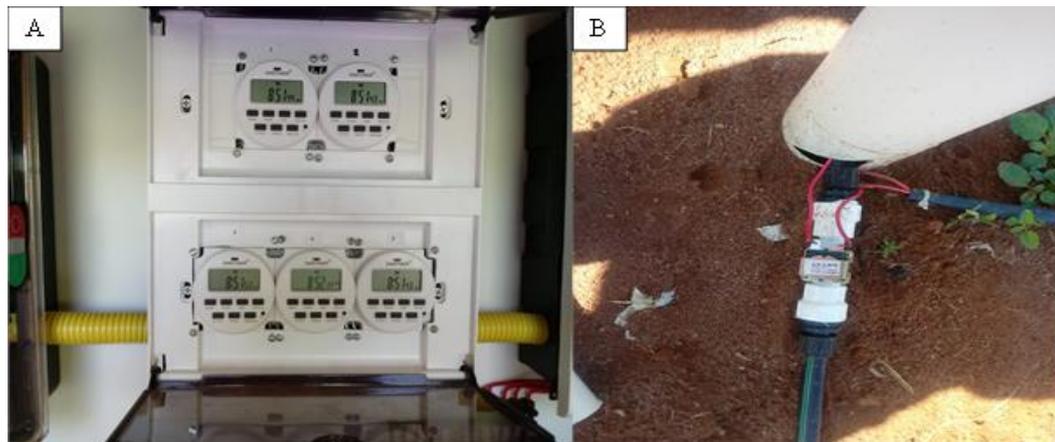
**Figura 1.** Localização do experimento na Universidade Federal de Alagoas – Campus de Arapiraca.

Foram instalados vinte e cinco lisímetros de drenagem, distribuídos em cinco linhas de plantio, em uma área de 6,0 x 3,0 m de largura e comprimento, respectivamente (Figura 2). Os lisímetros foram construídos a partir de recipientes plásticos em formato cilíndrico com as dimensões de 0,40 x 0,50 m de diâmetro e profundidade, respectivamente, que corresponde a uma área de superfície de 0,126 m<sup>2</sup>, totalizando um volume de 0,06 m<sup>3</sup>. Os lisímetros foram espaçados em 1,00 x 0,40 m de entre linha de plantio e entre lisímetros, respectivamente. Cada conjunto de 5 lisímetros correspondia a um pulso de irrigação, sendo um total de 25 lisímetros, onde, nesta situação, obteve-se 5 pulsos de irrigação.



**Figura 2.** Representação esquemática da área experimental, identificando as linhas de plantio, o suporte para irrigação dos lisímetros e o sistema de drenagem.

Os pulsos de irrigação consistiam em uma automação do sistema de irrigação com a implantação de válvulas solenoides, para que em um determinado tempo as válvulas se fechem, permaneçam em repouso por 1 hora e após 1 hora de repouso volte a funcionar novamente, aplicando a lâmina de irrigação necessária para a cultura diariamente. Os pulsos de irrigação foram utilizados para fracionar em até 5 vezes a lâmina de irrigação diária para cultura do pimentão. Para utilizar este procedimento de fracionamento da lâmina de irrigação, foi necessário a utilização de cinco temporizadores digitais (Figura 3A) e cinco válvulas solenoides (Figura 3B).



**Figura 3.** Temporizadores digitais (A) e válvulas solenoides (B) utilizados para controle dos pulsos de irrigação nos lisímetros.

A lâmina de irrigação dos lisímetros era calculada diariamente com base na irrigação do dia anterior, de acordo com o valor aplicado e o drenado em cada lisímetro. Para o cálculo utilizou-se uma planilha, na qual continha a área dos lisímetros, dados do pluviômetro, os volumes aplicado e drenado em cada lisímetro e o tempo de irrigação para cada pulso de irrigação. Os pulsos foram fracionados em 5, sendo o pulso 1 o tempo total de irrigação, o pulso 2 foi fracionado o tempo total de irrigação em duas vezes, o pulso 3 foi fracionado em três vezes o tempo total de irrigação, o pulso 4 foi fracionado quatro vezes o tempo total de irrigação e o pulso 5 foi fracionado em cinco vezes o tempo total de irrigação. Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento com vazão média encontrada de  $0,5 \text{ L h}^{-1}$ .

O coeficiente de cultivo ( $K_c$ , adimensional) foi calculado pela razão entre a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ,  $\text{mm d}^{-1}$ ) de cada pulso de irrigação e a Evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ,  $\text{mm d}^{-1}$ ), conforme a Equação 1. Sendo que, a  $ET_c$  foi realizada diariamente para cada pulso de irrigação, por meio de coletas de água dos drenos dos lisímetros de drenagem, com mensuração realizada num intervalo de 24 horas, obtida de acordo com (ABOUKHALED et al., 1982), que estabelece a Equação 2. Já a  $ET_o$  foi

determinada pelo método padrão FAO, Penman-Monteith, Equação 3 (ALLEN et al., 1998), sendo utilizada para calcular o Kc para cada pulso.

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (1)$$

$$ET_c = \frac{(L_A - L_D + P)}{A} \quad (2)$$

Em que,

$L_A$  - Lâmina de água aplica por irrigação (L);  $L_D$  - Lâmina drenada do lisímetro (L);  
 $P$  - Precipitação pluviométrica (mm);  $A$  - Área do lisímetro (m<sup>2</sup>).

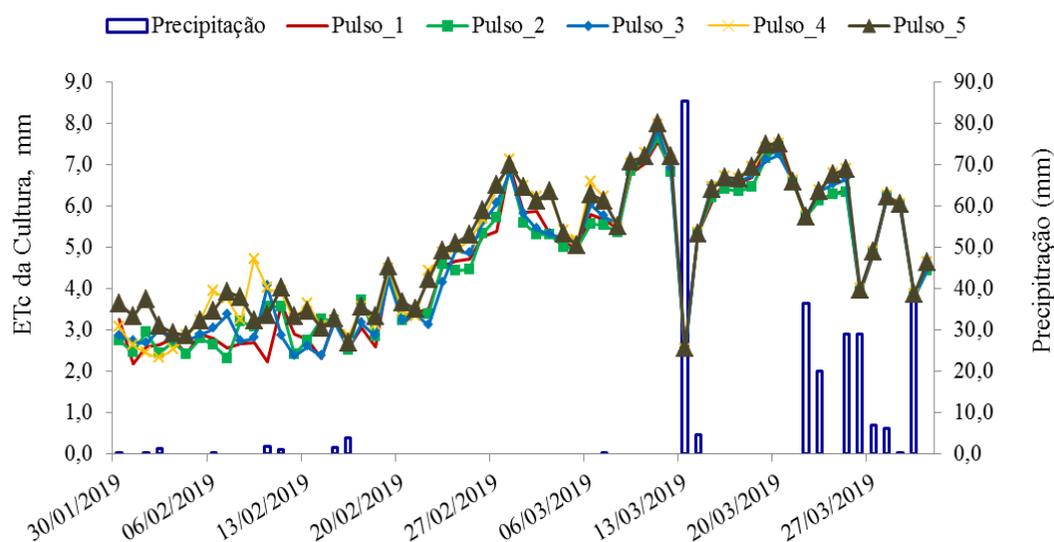
$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{(R_n - G)}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{900}{T + 273,15} U^2 \quad (3)$$

Em que,

$R_n$  - 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>);  
 $T$  - Temperatura média do ar (°C);  $U_2$  - Velocidade do vento a 2 m de altura (m s<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>);  $\gamma$  - Constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>); 900 - Fator de transformação de unidades (kJ<sup>-1</sup> kg K).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que de acordo com o aumento dos pulsos de irrigação, ocorreu também um aumento na ETc da cultura, sendo o pulso 1 (irrigação contínua) o que apresentou uma menor ETc na cultura do pimentão de 7,61 mm (Total: 282,25 mm). Tal fato pode ser explicado devido a disponibilidade de água para a planta ser aplicada em tempo total de irrigação. Já o pulso 5 apresentou maior ETc na cultura do pimentão de 8,01 mm (Total: 306,69 mm). Pode-se observar que devido a alta precipitação que ocorreu em 14 de março houve um declínio da ETc para todos os pulsos de irrigação estudados (Figura 4).



**Figura 4.** Precipitação e variação temporal da ETc do pimentão em cada pulso de irrigação, no período de 31/01 a 31/03/2019 na área Experimental do Grupo Irriga, Campus de Arapiraca da UFAL.

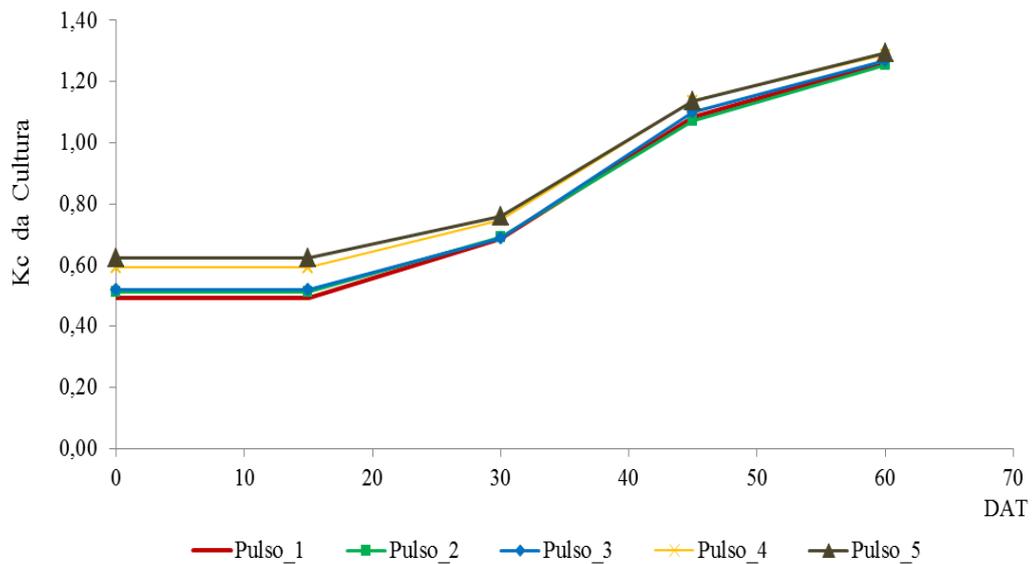
A irrigação contínua (pulso 1) teve 92,03% da irrigação com maior fracionamento (pulso 5), obtendo assim menor eficiência no consumo da água pela cultura. Em resultados obtidos por Abdelraouf et al. (2012), a reposição da lâmina de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc) através de um sistema de irrigação por gotejamento, a irrigação pulsada promoveu uma maior eficiência de aplicação da água em torno de 94%, enquanto a irrigação contínua apresentou uma eficiência em torno de 89%.

Em resultados obtidos por Almeida et al. (2017), foi constatado que para a eficiência do uso da água apresentou efeito significativo do gotejamento por pulsos, e foi possível verificar que o número de pulsos também influenciou, pois os maiores valores da eficiência do uso da água foram encontrados com 4 e 6 pulsos

Na Tabela 1, encontram-se os valores do coeficiente de cultivo (Kc) ao longo do ciclo fenológico da cultura, obtidos utilizando diferentes pulsos de irrigação. Nota-se que o pulso 1 obteve o menor Kc (0,49; 0,68; 1,09 e 1,26) e o pulso 5 um maior Kc (0,62; 0,76; 1,14 e 1,29) quando comparado aos demais, essa diferença pode ser observada na Figura 5.

**Tabela 1.** Coeficiente de cultivo (Kc) obtido através de diferentes pulsos de irrigação na cultura do pimentão

| Coeficiente de cultivo (Kc) (Penman-Monteith) |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Dias  | Pulso_1 | Pulso_2 | Pulso_3 | Pulso_4 | Pulso_5 |
| 15  | 0,49    | 0,51    | 0,52    | 0,59    | 0,62    |
| 30  | 0,68    | 0,69    | 0,69    | 0,75    | 0,76    |
| 45  | 1,09    | 1,07    | 1,10    | 1,14    | 1,14    |
| 60  | 1,26    | 1,25    | 1,27    | 1,29    | 1,29    |



**Figura 5.** Coeficiente de cultivo (Kc) obtido através de diferentes pulsos de irrigação na cultura do pimentão.

Silva et al., (2017) encontraram um coeficiente de cultivo do pimentão (Kc) de 0,81 para a fase II e 1,05 para a fase III, utilizando o método de Penman-Monteith. Sendo estes valores mais elevados que os encontrados nesta pesquisa. Bezerra & Mesquita (2000) obtiveram evapotranspiração total média de 395,0 mm, na cultura do pimentão com a cultivar Califórnia, no período de 90 DAT, conduzido nos meses de julho a setembro em cultivo de campo do Nordeste brasileiro. Resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Seron et al. (2015) em seu estudo sobre crescimento do pepino irrigado por pulsos, concluíram que a irrigação por pulsos resulta no incremento da altura de plantas para uma mesma lâmina de irrigação e, por conseguinte, pode ser empregada como tática na economia da lâmina de irrigação nos estádios vegetativos da cultura.

Almeida et al. (2015), aludem que a adoção da irrigação por pulsos pode levar a tempos reduzidos de irrigação que podem afetar o equilíbrio total das pressões na rede hidráulica, podendo ter diminuição da pressão em setores muito extensos, sobretudo em suas extremidades se os tempos de irrigação forem menores que os tempos de avanço da água na rede hidráulica, sugerindo como solução o emprego de pequenos setores.

## CONCLUSÕES

O consumo de água pela cultura do pimentão foi menor no pulso 1 (282,25 mm) e maior no pulso 5 (306,69 mm), fato que explica melhor aproveitamento da água pela cultura do

pimentão. O Kc médio obtido para irrigação contínua é menor 9,32% do fracionamento de irrigação em cinco pulsos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAOUF, R. E.; ABOU-HUSSEIN, S. D.; REFAIE, K. M.; EL-METWALLY, I. M. Effect of pulse irrigation on clogging emitters, application efficiency and water productivity of potato crop under organic agriculture conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Amman, v. 6, n. 3, p. 807-816, 2012. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123276767>. Acesso em: 23 de maio 2019.

ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. *Lysimeters*. Rome: FAO, 1982. 68 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 39).

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.

BAKEER, G. A. A.; EL-EBABI, F. G.; EL-SAIDI, M. T.; ABDELGHANY, A. R. E. Effect of pulse drip irrigation on yield and water use efficiency of potato crop under organic agriculture in sandy soils. *Misr Society of Agricultural Engineering*, Cairo, v. 26, n. 2, p. 736-765, 2009.

ALMEIDA, W. F. *Gotejamento por pulsos e cobertura do solo na formação do bulbo molhado e produtividade da alface americana*. 2012. 80 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ALMEIDA, W. F.; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on american crisphead lettuce yield. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n.6, p. 1009-1018, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162015000601009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162015000601009&script=sci_arttext). Acesso em: 23 de maio 2019.

BAKEER, G. A. A.; EL-EBABI, F. G.; EL-SAIDI, M. T.; ABDELGHANY, A. R. E. Effect of pulse drip irrigation on yield and water use efficiency of potato crop under organic agriculture in sandy soils. *Misr Society of Agricultural Engineering*, Cairo, v. 26, n. 2, p. 736-765, 2009. Disponível em: <http://www.mjae.eg.net/pdf/2009/april/12.pdf>. Acesso em: 23 de maio 2019.

BEZERRA, F. M. L.; MESQUITA, T. B. Evapotranspiração máxima e coeficientes da cultura do pimentão cultivado em lisímetros de drenagem. *Horticultura Brasileira*, v. 18, supl., p. 600-601, 2000.

ELNESR, M. N., ALAZBA, A. A., ZEIN EL-ABEDEIN A. I., EL-ADL, M. M. Evaluating the effect of three water management techniques on tomato crop. Plos one, Califórnia, v.10 n.6, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0129796>. Acesso em: 23 de maio 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. p. 306 ed. 3, Rio de Janeiro, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2007. 421p.

KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

SILVA, F. P.; SILVA, B. C.; SANTOS, P. D., SANTOS, S. C.; SANTOS, L. M. A.; SILVA, C. J. Determinação do coeficiente de cultivo da cultura do pimentão (*Capsicum annum*) por meio do lisímetro de drenagem. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI, v. 11, n. 7, 2017.

SERON, C. C. et al. Crescimento da cultura do pepino irrigado por pulsos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA UNICESUMAR, IX., 2015, Maringá. Anais eletrônico: IX EPCC. Maringá, PR, p. 4-8, 2015. Disponível em: [https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2015/wp-content/uploads/sites/65/2016/07/andre\\_maller\\_2.pdf](https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2015/wp-content/uploads/sites/65/2016/07/andre_maller_2.pdf). Acesso em: 23 de maio 2019.

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.