

# DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

EMANUELE VICTOR DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, FRANCISCO DIRCEU DUARTE ARRAES<sup>2</sup>,  
WESLEY LÍVIO VIANA TORRES<sup>1</sup>, SAMARA ALVES DE SOUZA<sup>1</sup>, WEDMAN DE LAVOR VIEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE)  
<emanuelleiguatu@hotmail.com>, <diceuarraes@gmail.com>,  
<wesley\_livio@hotmail.com>, <sawarah10@gmail.com>, <wedmanifce@hotmail.com>

DOI:10.21439/conexoes.v10i2.769

**Resumo.** Objetivou - se avaliar a uniformidade de aplicação de água saí em quatros sistemas de irrigação por microaspersão e estimar a necessidade hídrica das frutíferas: goiabas, atemóia, graviola e manga para a região de Iguatu, bem como, avaliar se as necessidades hídricas das mesmas estão sendo atendidas. O trabalho foi desenvolvido no IFCE, Campus de Iguatu - CE. Na avaliação do sistema empregou - se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD). Os sistemas apresentaram os valores de CUC e CUD superiores a 87% e 82%, respectivamente, sendo os mesmos classificados como excelente e bom. Porém verificou-se que a cultura da goiaba, atemóia, graviola e manga estão sendo cultivadas na condição de estresse hídrico em todos os meses do ano.

**Palavras-chaves:** Evapotranspiração. Uniformidade de distribuição de água. Fruticultura.

**Abstract.** The objective - to evaluate the uniformity of water application exists in four irrigation systems by micro and estimate the water requirement of fruit: guavas, atemóia, soursop and mango for Iguatu region and assess whether the water needs of these are being met. The study was conducted in IFCE, Campus Iguatu - CE. In the evaluation of the system employed - the uniformity coefficient of Christiansen (CUC) and the Distribution Uniformity coefficient (CUD). The systems showed the CUC and CUD values greater than 87% and 82%, respectively, and they were classified as excellent and good. However it was found that the culture of guava, atemóia, soursop and mango are grown in water stress condition in every month of the year.

**Keywords:** Evapotranspiration. Water uniformity distribution. Fruit culture

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de microirrigação ou irrigação localizada podem aplicar água com alta uniformidade. No entanto, a uniformidade por si só não é suficiente para atingir o objetivo da irrigação. O manejo da irrigação é igualmente importante principalmente em sistemas de microirrigação.

O manejo da irrigação tem sido definido por vários autores (FRIZZONE et al., 2012; MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2012), como a quantidade de água deve ser aplicada as culturas e quando aplicá-la. No entanto, o manejo da irrigação torna-se difícil

quando as circunstâncias externas intervir: disponibilidade de água, qualidade da água, falta de instrumentação adequada, nível escolar do irrigante, o preço da água, entre outros (FRIZZONE et al., 2012; ROSA et al., 2015; LOPES et al., 2011). Portanto, conhecer a quantidade de água necessária e o momento de realizar a irrigação, é o principal objetivo da irrigação nos dias atuais, tendo em vista que a escassez dos recursos hídricos é problema comum em diversas regiões do planeta (DOMÍNGUEZ et al., 2012).

Muitos estudos analisaram a possibilidade do manejo da irrigação com base em indicadores do estado

## DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

hídrico na planta, e todos eles observaram as dificuldades envolvidas (PAMPONET et al., 2012; VELLAME et al., 2012). Outra forma de realizar o manejo da irrigação é tendo como base a quantidade de água no solo (INTRIGLIOLI; CASTEL, 2004). Na estimativa da exigência hídrica pelas plantas, podem ser obtidas pela demanda atmosférica (SILVA et al., 2013). Essas metodologias objetivam apresentar alternativas do manejo da água nas culturas irrigadas em qualquer estádio fenológico da planta (BARRETO; FACIOLI; SILVA, 2004).

A estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) é necessária para dar o suporte ao dimensionamento e manejo da irrigação. Existe uma multiplicidade de métodos para a estimativa da evapotranspiração de referência, as técnicas para estimar  $ET_o$  baseiam-se em uma ou mais variáveis atmosféricas, tais como a temperatura do ar, radiação solar, saldo de radiação, umidade do ar, velocidade do vento, ou alguma medição relacionada com estas variáveis, como a evaporação (OLIVEIRA; PAULA; VIANA, 2013).

Dentre os sistemas pressurizados, os sistemas de microirrigação podem propiciar a maior eficiência de irrigação, uma vez que as perdas na aplicação de água se bem dimensionado e manejado são relativamente pequenas. A avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é uma etapa fundamental para implementação de qualquer estratégia de manejo de irrigação, pois é com base nesses resultados, que será possível avaliar e adequar o equipamento e sua utilização, em relação uma demanda hídrica requerida pela cultura irrigada (COSTA, 2006; BENICIO et al., 2009; ZAMANIYAN et al., 2013; ZAMANIYAN et al., 2014).

Este trabalho teve por objetivo avaliar quatro sistemas de irrigação que utilizam a microaspersão e estimar a necessidade hídrica das culturas goiaba, atemóia, graviola, manga e avaliar se nos projetos a necessidade hídrica de cada cultura está sendo atendida para as condições climáticas do município de Iguatu - CE.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Campus Iguatu-CE (IFCE), localizado no município de Iguatu - CE, cujas coordenadas geográficas são de  $6^{\circ} 82'$  latitude sul e  $39^{\circ} 18'$  de longitude oeste. A área em estudo está inserida na zona climática classificada por Koeppen do tipo BSw'h', clima quente e semiárido, com precipitação média anual de 750 mm, caracterizado pela insuficiência das chuvas, com temperaturas elevadas acarretando numa forte evaporação, e apenas duas estações do ano bem definidas: período chuvoso e período seco, apresentando temperatura média anual de  $27,5^{\circ}\text{C}$ .

Foram escolhidos quatro projetos de irrigação com diferentes culturas: goiaba (Projeto A), atemóia (Projeto B), graviola (Projeto C) e manga (Projeto D). Todos os projetos utilizavam sistemas de irrigação por microaspersão, com um emissor por planta com um turno de rega de um dia e tempo de irrigação para cada cultura correspondente a duas horas. As características gerais dos sistemas são apresentadas na Tabela 1.

As necessidades hídricas das diferentes culturas podem ser determinadas para qualquer região e fase da cultura usando a equação 1.

$$ETc = ET_o \cdot Kc \cdot Kl \quad (1)$$

Em que:  $ETc$  é a evapotranspiração da cultura  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $ET_o$  é a evapotranspiração de referência  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $Kc$  é o coeficiente de cultivo, adimensional; e  $Kl$  é o coeficiente de redução da evapotranspiração, adimensional.

Na obtenção do  $Kl$  utilizou-se a metodologia proposta por Mantovani, Bernardo e Palaretti (2012), conforme a equação 2.

$$Kl = P + 0,15(1 - P) \quad (2)$$

Em que:  $P$  é a percentagem da área sombreada ou molhada (decimal), prevalecendo o maior valor.

A FAO recomenda-se a equação de Penman-Monteith como referência (ALLEN et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0,480\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{med} + 273} v_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 \cdot v_2)} \quad (3)$$

Em que:  $ET_o$  é a evapotranspiração de referência,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $R_n$  é a radiação líquida total do gramado,  $MJ \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ;  $G$  é a densidade do fluxo de calor no solo,  $MJ \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ;  $T_{med}$  é a temperatura média diária do ar,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $v_2$  é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura,  $\text{m s}^{-1}$ ;  $e_s$  é a pressão de saturação de vapor,  $kPa$ ;  $e_a$  é a pressão parcial de vapor,  $kPa$ ;  $e_s - e_a$  é o déficit de saturação de vapor,  $kPa$ ;  $\Delta$  é a declividade da curva de pressão de vapor no ponto de  $T_m$ ,  $kPa^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $\gamma$  é o coeficiente psicrométrico,  $kPa^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

A evapotranspiração de referência foi obtida por Araujo et al. (2009) calculada pelo método de Penman-Monteith para as condições de Iguatu com um nível de 75% de probabilidade.

Para o cálculo da evapotranspiração da cultura da goiaba considerou-se  $Kc$  igual a 0,73 (FERREIRA, 2004), para cultura atemóia,  $Kc$  de 0,61 (FERERES, 1981), para a cultura graviola,  $Kc$  de 0,85 (SILVA, 2003), para a cultura da manga e  $Kc$  de 1,0 (ALLEN et al., 1998), além do uso  $Kl$ , de 0,82; 1,0; 0,61; e 0,69

DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

**Tabela 1:** Caracterização dos projetos avaliados.

DADOS	PROJETOS			
	A	B	C	D
Área	0,4 ha	0,25 ha	0,25 ha	0,8 ha
Espaçamento	5,72 m x 6,24 m	4,8 m x 4,8 m	4,8 m x 4,8 m	7 m x 10 m
Pressão de Serviço	25 mca	20 mca	25 mca	25 mca
Diâmetro molhado	3,90 m	1,2 m	1,2 m	6,0 m
Vazão do emissor	60 L h <sup>-1</sup>	56 L h <sup>-1</sup>	56 L h <sup>-1</sup>	56 L h <sup>-1</sup>

em virtude do espaçamento entre as plantas e raio de alcance do microaspersor.

Quanto a dotação de água ocorre através da irrigação localizada, o volume de água a ser aplicado por irrigação pode ser estimado pela equação 3.

$$Va = ETc \cdot A \cdot Tr \quad (4)$$

Em que:  $Va$  é o volume de água a ser aplicado por planta,  $L$ ;  $A$  é a área ocupada por planta, m<sup>2</sup>;  $Tr$  é o turno rega, dia.

O volume real aplicado ( $Vra$ ) pode ser calculado pela equação 4.

$$Vra = Nep \cdot qa \cdot Ea \cdot Ti \quad (5)$$

Sendo:  $Nep$  é o número de emissor por planta;  $qa$  é a vazão média do emissor Lh<sup>-1</sup>;  $Ea$  é a eficiência de aplicação do sistema de irrigação, decimal;  $Ti$  é o tempo de irrigação.

Para estimar o volume real de água aplicado à cultura foi realizada a avaliação do sistema de irrigação baseada na metodologia descrita (MERRIAM et al., 1978). De posse dos dados, foram calculados o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen ( $CUC$ ). O  $CUC$  adota-se o desvio médio absoluto como medida de dispersão. O desvio médio corresponde à média aritmética do valor absoluto da diferença entre cada lâmina de irrigação aplicada na superfície do solo e a lâmina média (FRIZZONE et al., 2012).

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |q_i - \bar{q}|}{N\bar{q}} \right) \quad (6)$$

Em que:  $N$  – o número de observações;  $q_i$  – vazão de água aplicada no ponto  $i$  sobre a superfície do solo;  $\bar{q}$  vazão média aplicada.

A Uniformidade de Distribuição ( $UD$ ) é um dos critérios de projeto mais utilizados para sistemas de microirrigação. É um dos índices recomendados para avaliação do desempenho de sistemas de microirrigação pelas Normas ASAE (ASAE, 2003).

$$UD = 100 \frac{\bar{q}_{25}}{\bar{q}} \quad (7)$$

Em que:  $\bar{q}_{25}$  é a média da vazão dos emissores no menor quartil

Os sistemas avaliados foram classificados de acordo com os valores de  $UD$ , seguindo os valores propostos por Capra e Scicolone (1998), Tabela 2.

**Tabela 2:** Classificação do sistemas de irrigação a partir do valor  $UD$

UD(%)	Classificação proposta por Capra e Scicolone (1998)
<66	Baixo
66 - 84	Médio
>84	Alto

O cálculo da Eficiência de Aplicação de água ( $Ea$ ) foi obtido pela equação 8.

$$Ea = Ks \cdot UD \quad (8)$$

Em que:  $Ks$  – é o coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 90%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen ( $CUC$ ) avaliados foram 88,83%; 87,07%; 88,16% e 91,46%, respectivamente, para os projetos A, B, C e D (Tabela 3). Os valores do  $CUC$  foram classificação como bom para os projetos A, B e C, enquanto o projeto D foi classificado como excelente com o valor de 91,40%, segundo a classificação proposta por (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2012). Todos os sistemas estão funcionando perfeitamente. De acordo com Frizzone et al. (2012) esse coeficiente é o mais conhecido e largamente utilizado em sistemas de irrigação por aspersão, sendo que em geral, 80% é seu valor mínimo aceitável.

Os valores encontrados para a  $UD$  foram classificados como alto para os projetos B, C e D, e classificado como médio para o projeto A. Resultados semelhantes

DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

**Tabela 3:** Coeficientes de uniformidade avaliados nos sistemas de irrigação, Iguatu, Ceará

Projeto	Coeficientes			
	qa ( $L\ h^{-1}$ )	CUC (%)	UD (%)	Ea (%)
A	41,46	88,83	79,93	71,94
B	32,18	87,07	87,94	79,15
C	16,13	88,16	88,22	79,40
D	61,78	91,40	91,46	82,31

qa= vazão média de cada projeto; Ea= eficiência de aplicação do sistema

foram Observados por Benicio et al. (2009), avaliando um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba na cidade de Barbalha. Já Zamaniyan et al. (2014) avaliando diferentes áreas irrigadas por microirrigação no Irã encontrou valor médio da *UD* de 52,8%, sendo classificado por Capra e Scicolone (1998) como baixa eficiência. O mesmo justifica o baixo valor da *UD* devido aos problemas importantes detectados nos sistemas avaliados tais como: pressões inadequadas, altas diferenças de pressão em subunidades e entupimentos de emissores.

O coeficiente de uniformidade de distribuição nos fornece uma razão entre as médias das mínimas vazões e média dos emissores, ou seja, quanto maior o valor da *UD*, menor é a dispersão das menores vazões em relação à média (ARRAES et al., 2007). A *UD* é utilizada como indicador dos problemas de distribuição da irrigação. Baixo valor de *UD* indica que existe percolação profunda excessiva. Isso ocorre quando o volume médio infiltrado em 25% da área menos irrigada é maior que a irrigação real necessária (FRIZZONE et al., 2012).

Os valores de *ET<sub>o</sub>* média diária descritas por Arraes et al. (2009) (Tabela 3), observa-se um decréscimo nos valores de *ET<sub>o</sub>* para os meses de março, abril e maio e uma maior demanda evapotranspiratória nos meses de agosto a dezembro. Ainda na Tabela 3, pode-se analisar a variação no volume estimado a ser aplicado em cada cultura para cada mês, logo, tem-se que para a cultura da goiaba o menor valor estimado foi 80,76 L dia<sup>-1</sup> para mês de maio e maior valor foi de 126,70 L dia<sup>-1</sup> para mês de novembro. Esse comportamento de oscilação e a magnitude dos valores observados do volume a ser aplicado por planta se repetiram para as demais culturas estudadas. Tal fato pode ser explicado pela própria oscilação das variáveis climáticas na região de estudo.

Ressalta-se que do ponto de vista hidráulico os sistemas de irrigação estão funcionando muito bem, porém, no tocante ao manejo de irrigação, as culturas apresentam um declínio nos valores do volume de água estimado por meio da *ET<sub>c</sub>* (teórico) e volume real aplicado (*V<sub>ra</sub>*) em cada projeto. Como pode se verificar

o volume teórico está bem acima do volume real para todos os projetos para todos os meses do ano, sendo todas as culturas estão sendo manejadas em condições de estresse hídrico para todos os meses.

As Figuras 1(a), 1(b), 1(c) e 1(d) apresentam os valores do volume de água estimado por meio da *ET<sub>c</sub>* (teórico) e volume real aplicado (*V<sub>ra</sub>*) em cada projeto. Em todos os projetos têm-se um comportamento semelhante subestimar o volume aplicado em relação ao teórico, para todos os meses do ano.

Analizando as Figura 1(b), percebe-se que projeto B (Atemóia) foi observada a menor diferenças entre os volumes aplicado e teórico para o mês de maio. Já na Figura 1(d) observa-se as maiores diferenças entre os volumes ao longo de todo ano. Portanto, diante desses resultados pode-se dizer que todas as culturas estão sendo cultivadas na condição de estresse hídrico, principalmente no período seco, tendo em vista que o solo na região de estudo não apresenta uma grande capacidade de retenção de água e não tem um lençol freático próximo a superfície.

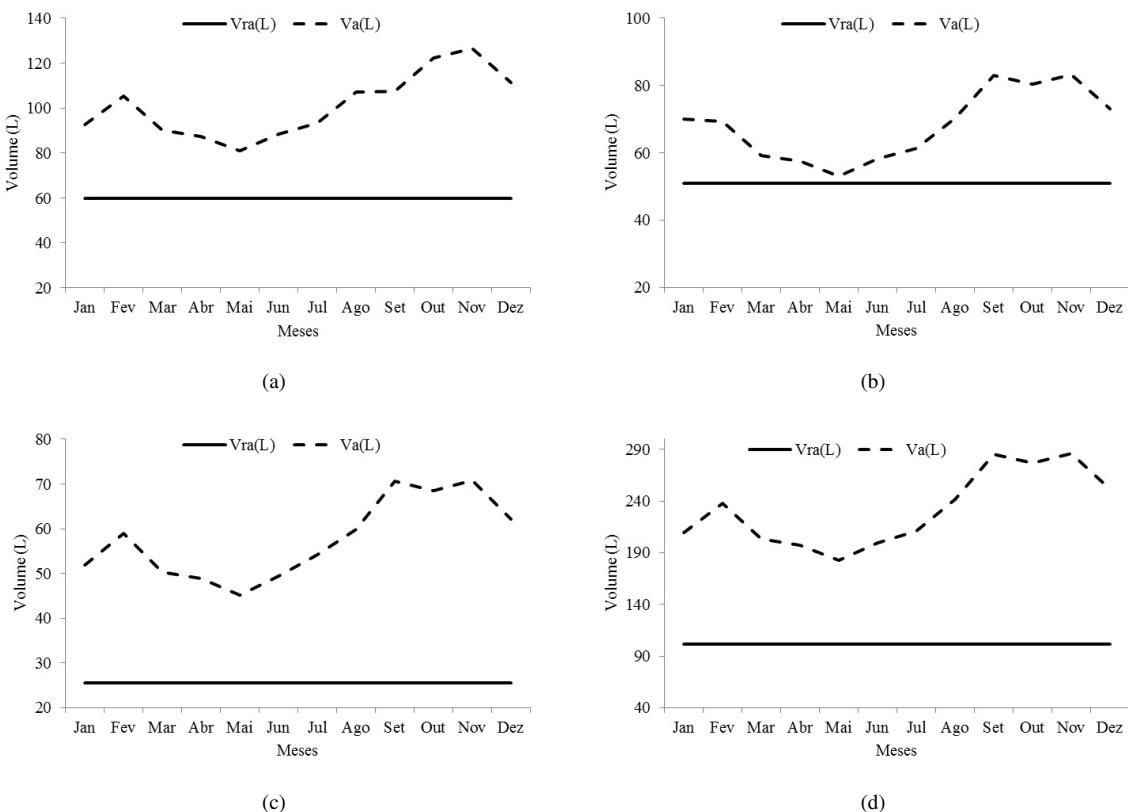
De acordo com a Figura 2 percebe-se que o projeto B apresentou os maiores valores percentuais entre os volumes teórico e real, vale ressaltar que quanto mais próximo da unidade (100%) o valor percentual, mais próximo o volume real está do volume teórico. Então, observa-se que os projetos A e B tiveram os maiores valores percentuais, principalmente no período chuvoso que se estender de janeiro a junho. Já no período seco os valores percentuais foram menores nos projetos A e B.

Ainda de acordo com a Figura 2, tem-se que os projetos C e D, mostraram comportamento semelhante ao longo do ano, ou seja, os valores percentuais não ultrapassaram o 60%, sendo os menores valores observados no segundo semestre (período seco). Os resultados obtidos na Tabela 3 e nas Figuras 1 e 2 mostram falta de práticas de manejo de irrigação nas áreas analisadas. Vale ressaltar que para o sucesso da atividade da agricultura irrigada é necessário que um bom manejo seja efetuado. De acordo com Lopes et al. (2011) 88,89% dos irrigantes no perímetro irrigado do Baixo Acaraú localizado

DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

**Tabela 4:** Estimativa da evapotranspiração das culturas entre janeiro e dezembro de 2012.

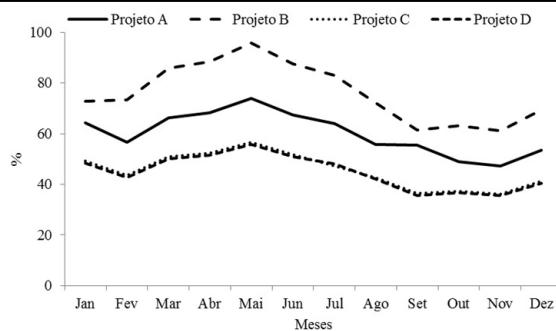
ETo ( $\text{mm dia}^{-1}$ )												
	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	4,34	4,93	4,21	4,09	3,78	4,14	4,37	5,01	5,91	5,73	5,93	5,21
Cultura	ETc ( $\text{mm dia}^{-1}$ )											
Goiaba	2,60	2,95	2,52	2,45	2,26	2,48	2,62	3,00	3,54	3,43	3,55	3,12
Atenóia	2,65	3,00	2,57	2,50	2,31	2,52	2,67	3,06	3,61	3,50	3,62	3,18
Graviola	2,25	2,56	2,18	2,12	1,96	2,15	2,27	2,60	3,06	2,97	3,07	2,70
Manga	2,99	3,40	2,90	2,82	2,61	2,86	3,02	3,46	4,08	3,95	4,09	3,59
	Va (L)											
Goiaba	92,7	105,3	90,0	87,4	80,8	88,5	93,4	107,0	107,3	122,4	126,7	111,3
Atenóia	70,0	69,3	59,2	57,5	53,1	58,2	61,4	70,4	83,1	80,5	83,3	73,2
Graviola	51,9	58,9	50,3	48,9	45,2	49,5	54,2	59,9	70,6	68,5	70,8	62,2
Manga	209,6	238,1	203,3	197,6	182,6	199,6	211,1	242,0	285,5	276,8	286,4	251,6
	Vra (L)											
Goiaba	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7	59,7
Atenóia	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9	50,9
Graviola	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6
Manga	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7



**Figura 1:** Variação dos Volumes real e teórico ao longo ano. (a) Projeto A, (b) Projeto B, (c) Projeto C, (d) Projeto D. Fonte: Elaborada pelo autor.

**DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSAO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE**

---



**Figura 2:** Percentual do volume de aplicado e volume teórico nos diferentes projetos.

no estado Ceará, não empregam nenhum tipo de equipamento para determinar o conteúdo de água no solo, indicando a falta de um bom manejo da irrigação.

#### 4 CONCLUSÕES

O melhor Coeficiente de Uniformidade de irrigação foi para o projeto D, com valor de *CUC* de 91,40%, *CUD* 91,46 e *Ea* de 82,31%. O volume aplicado no dia-a-dia subestima o volume teórico para todos os meses avaliados, para os quatro projetos durante o ano.

#### REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. et al. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements—fao irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, v. 300, n. 9, p. 1–15, 1998.
- ARRAES, F. D. D. et al. Analise da uniformidade de aplicação de água em sistema de baixa pressão, bubbler. In: XVII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, CONIRD. [S.I.: s.n.], 2007.
- ARRAES, F. D. D.; LOPES, F. B.; SOUZA, F.; OLIVEIRA, J. Estimativa do balanço hídrico para as condições climáticas iguatu, ceará, usando modelo estocástico. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 3, n. 2, p. 78–87, 2009.
- ASAE. Design and installation of microirrigation systems. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. ASAE Standards 2003. St. Joseph. [S.I.], 2003. p. 900–905.
- BARRETO, A.; FACIOLI, G.; SILVA, A. A. *Operação e o manejo dos sistemas de irrigação*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 173–204 p.
- BENICIO, F. R.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M. A.; GONÇALVES, F. M.; BORGES, F. R. M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em barbalha-ce. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 3, n. 2, p. 55–61, 2009.
- CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Elsevier, v. 70, n. 4, p. 355–365, 1998.
- COSTA, M. B. da. *Avaliação da irrigação por pivô central na cultura do café (*Coffea canephora L.*) e na cultura do mamoeiro (*Carica papaya L.*) no município de Pinheiros-ES*. Tese (Doutorado) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba - SP, 2006.
- DOMÍNGUEZ, A.; JUAN, J. D.; TARJUELO, J.; MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ-ROMERO, A. Determination of optimal regulated deficit irrigation strategies for maize in a semi-arid environment. *Agricultural water management*, Elsevier, v. 110, p. 67–77, 2012.
- FERERES, E. Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación. recomendaciones para el manejo mejorado. *Seminario Latinoamericano de Microirrigación*, IICA Barquisimeto, v. 4, p. 23, 1981.
- FERREIRA, M. N. L. *Distribuição radicular e consumo de água de goiabeira (*Psidium guajava L.*) irrigada por microaspersão em Petrolina-PE*. 2004. 106f. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004., 2004.
- FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. *Microirrigação: Gotejamento e Microaspersão*. Maringá, v. 1, 2012. 356 p.
- INTRIGLIOLI, D.; CASTEL, J. Continuous measurement of plant and soil water status for irrigation scheduling in plum. *Irrigation Science*, Springer, v. 23, n. 2, p. 93–102, 2004.
- LOPES, F. B.; SOUZA, F. de; ANDRADE, E. M. de; MEIRELES, A. C. M.; CAITANO, R. F. Determinação do padrão do manejo da irrigação praticada no perímetro irrigado baixo acaraú, ceará, via análise multivariada. *Irriga*, v. 16, n. 3, p. 301–316, 2011.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. *Irrigação: princípios e métodos*. [S.I.]: UFV, 2012. Viçosa: Ed. UFV.

DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO E ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA PARA DIFERENTES FRUTEIRAS NO MUNICÍPIO DE IGUATU - CE

---

MERRIAM; L. J.; KELLER; JACK. *Farm irrigation system evaluation: a guide for management.* 1978.

OLIVEIRA, J. B. de; PAULA, F. D. D. A. e; VIANA, C. Methodology for the spatialisation of a reference evapotranspiration from srtm data1. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 3, p. 445–454, 2013.

PAMPONET, B. M.; OLIVEIRA, A. S. de; MARINHO, L. B.; VELLAME, L. M.; PAZ, V. P. da S. Efeitos das diferenças térmicas naturais na estimativa do fluxo de seiva pelo método de granier em cacaueiro a pleno sol. *IRRIGA*, v. 1, n. 1, p. 120–132, 2012.

ROSA, J. De la; DOMINGO, R.; GÓMEZ-MONTIEL, J.; PÉREZ-PASTOR, A. Implementing deficit irrigation scheduling through plant water stress indicators in early nectarine trees. *Agricultural Water Management*, Elsevier, v. 152, p. 207–216, 2015.

SILVA, J. A. A. D. *Característica das anonáceas: Anonáceas.* 2003. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=2918](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=2918)>.

SILVA, M. G. da; ARRAES, F. D. D.; LEDO, E. R. F.; NOGUEIRA, D. H. Desenvolvimento de planilha eletronica para o manejo da irrigacao/development of an electronic spreadsheet for irrigation management. *Revista Engenharia na Agricultura*, Revista Engenharia na Agricultura, v. 21, n. 2, p. 187–196, 2013.

VELLAME, L. M.; COELHO, R. D.; TOLENTINO, J. B. Transpiração de plantas jovens de laranjeira “valênci” sob porta-enxerto limão ‘cravo’ e citrumelo ‘swingle’ em dois tipos de solo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, SciELO Brasil, v. 34, n. 1, p. 24–32, 2012.

ZAMANIYAN, M.; FATAHI, R.; BOROOMAND-NASAB, S.; SHAMOHAMMADI, S.; PARVANAK, K. Evaluation of emitters and water quality in trickle irrigation systems under iranian conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, SABI Publications, v. 5, n. 15, p. 1632, 2013.

ZAMANIYAN, M.; FATAHI, R.; BOROOMAND-NASAB, S. et al. Field performance evaluation of micro irrigation systems in iran. *Soil and Water Research*, CZECH ACADEMY AGRICULTURAL SCIENCES TESNOV 17, PRAGUE, 117 05, CZECH REPUBLIC, v. 9, n. 3, p. 135–142, 2014.