



II Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Simpósio Brasileiro sobre o uso  
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

## ESTIMATIVA DA NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA DA GOIABA PARA O MUNICÍPIO DE IGUATU, CEARÁ

Francisco Dirceu Duarte Arraes<sup>1</sup>, Fernando Bezerra Lopes<sup>2</sup>, Marcelo Paulino Costa<sup>3</sup>,  
Joaquim Branco de Oliveira<sup>4</sup>, Murillo Anderson Gonçalves Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Eng<sup>o</sup> Agrícola, Bolsista CNPq, Depto. de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Av. Mister Hull s/n, Campus do Pici, UFC, Fortaleza – CE, e-mail: dirceutid@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduado em Recursos Hídricos e Irrigação, M. Sc. Irrigação e Drenagem – UFC, bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE.

<sup>4</sup> Professor, M. Sc., Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE

**RESUMO:** O presente trabalho foi realizado com objetivo avaliar a uniformidade de aplicação de água de um sistema de irrigação *bubbler* e estimar a necessidade hídrica da cultura da goiaba e avaliar se a necessidade hídrica da mesma está sendo atendida. O trabalho foi desenvolvido na Escola Agrotécnica Federal 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 valores do CUC e CUD foram de 93,7% e 92%, respectivamente, sendo os mesmos classificados como excelente. Porém verificou-se que a cultura da goiaba está sendo cultivada sobre excesso hídrico, mesmo o sistema de irrigação funcionando com uma alta eficiência de aplicação (83%).

**Palavras-chave:** bubbler, evapotranspiração, uniformidade de distribuição

## GUAVA WATER REQUIREMENTS FOR IGUATU COUNTRY, CEARA, BRAZIL

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the application water uniformity of a bubbler irrigation system, to estimate the guava water requirements and to evaluate if these water requirements were met. The work was carried out at Iguatu Federal Agrotechnical School, Ceara State (Brazil). Christiansen Uniformity Coefficient (CUC) and the Distribution Uniformity Coefficient (CUD) were used in the evaluation of the system. The values of CUC and CUD were equal to 93,7% and 92%, respectively, both classified as excellent however, it was verified that guava crop was over watered, even with a high water application efficient of 83%.

**Key-words:** bubbler, evapotranspiration, distribution uniformity

## INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas são as maiores demandantes por água, necessitando por isso de um empenho redobrado dos pesquisadores no desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a

economia de água. Uma das alternativas para racionalizar o uso da água em projetos agrícolas é estimar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) a partir da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e do coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) (Cardoso et al., 2005) e a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes, pois existe tendência de aumento no custo da energia e de redução da disponibilidade hídrica dos mananciais (Barreto Filho et al., 2000). Pelo exposto o uso da irrigação localizada vem crescendo em todo mundo e principalmente nas regiões de clima árido e semi-árido. Para Bernardo et al. (2006), a irrigação localizada consiste na aplicação de água apenas na parte da área ocupada pelo sistema radicular das plantas, com baixa intensidade e alta frequência, de modo que o solo sempre esteja próximo da capacidade de campo.

A irrigação localizada pode ser efetuada por gotejamento, microaspersão, irrigação subsuperficial, e nesta última década passou-se, também, a se aplicar a água de irrigação de forma localizada pelo sistema *bubbler*. Segundo Souza et al. (2005) quem primeiro descreveu o sistema de irrigação por gravidade em condutos fechados, chamando-o sistema de irrigação *bubbler* de baixa pressão foi Rawlins (1977). O referido sistema opera com pressões a partir de 13 kPa e difere dos outros tipos de irrigação localizada pelo fato do fluxo de água ser devido apenas à força da gravidade. O sistema, basicamente, não exige energia externa (bombeamento) ou filtragem (Reynolds, 1993; Souza, 2001). Mesmo quando o bombeamento é necessário, bombas de baixa capacidade de elevação são suficientes. A simplicidade de instalação, a elevada eficiência de irrigação e o baixo custo inicial do sistema *bubbler* podem permitir a sua adoção por parte do pequeno produtor (Andrade et al., 2003; Souza et al., 2005).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a uniformidade de aplicação de água de um sistema irrigação de baixa pressão *bubbler* e estimar a real necessidade hídrica da cultura da goiaba e avaliar se nas condições atuais a necessidade hídrica da mesma estão sendo atendidas no pomar da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-Ce.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, cujas coordenadas geográficas são 6°23'31" de latitude Sul e 39°15'55" longitude Oeste. A área de estudo está inserida em uma zona climática segundo a classificação de Koeppen do tipo BSw'h' (clima quente e semi-árido), com precipitação média anual de 870 mm. A área irrigada pelo sistema *bubbler* é um pomar de goiaba, variedade paluma, com espaçamento de 5x4 m. A área total irrigada é de 2.500 m<sup>2</sup>, sendo composta por 96 plantas sendo um emissor por planta, o turno de rega é um dia e o tempo de irrigação de 2 horas.

A necessidade hídrica da cultura da goiaba pode ser determinada para qualquer região e fase da cultura usando a equação 1.

$$ET_c = ET_o * K_c * K_r \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:  $ET_c$  é a evapotranspiração da cultura  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $ET_o$  é a evaporação de referência  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $K_c$  é o coeficiente de cultivo, adimensional;  $K_r$  é o coeficiente de redução da evapotranspiração, adimensional.

A evapotranspiração de referência foi obtida pelo método de Penman-Monteith utilizando os dados médios mensais oriundos da Estação Climatológica Principal (ECP) de Iguatu, pertencente à rede de observações meteorológicas de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para calcular a  $ET_o$  pelo método de Penman-Monteith foi utilizada a seguinte expressão (Allen et al., 1998).

$$ET_o = \frac{0,480\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:  $R_n$  é o saldo de radiação ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ),  $G$  o fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ),  $\gamma$  a constante psicrométrica ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $T$  a temperatura média do ar ( $^\circ\text{C}$ ),  $u_2$  a velocidade do vento a 2,0 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ ),  $e_s$  e  $e_a$  déficit de pressão de vapor do ar saturado e do ar ambiente ( $\text{kPa}$ ), respectivamente e  $\Delta$  a inclinação da curva de pressão de vapor ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ).

Para o cálculo da evapotranspiração da cultura considerou-se  $K_c$  igual a 0,65 recomendado por Bassoi et al. (2001), e uso  $K_s$  de 0,80, em virtude do pomar estar na fase de produção. Quando a dotação de água ocorre através da irrigação localizada pelo sistema *Bubbler*, o volume de água a ser aplicado por irrigação pode ser estimado pela equação 3.

$$V_a = ET_c * A * Tr \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:  $V_a$  é o volume de água a ser aplicado por planta, L;  $A$  é a área ocupada por planta,  $\text{m}^2$ ;  $Tr$  é o turno rega, dia.

O volume real aplicado ( $V_{ra}$ ) pode ser calculado pela equação 4.

$$V_{ra} = N_{ep} * q_a * E_a * T_i \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:  $N_{ep}$  é o número de emissor por planta;  $q_a$  é a vazão média do emissor  $\text{L h}^{-1}$ ;  $E_a$  é a eficiência de aplicação do sistema de irrigação, decimal;  $T_i$  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 & Keller (1978). De posse dos dados, foram calculados o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), seguindo a metodologia descrita por Bernardo et al. (2006) e a Eficiência de Aplicação ( $E_a$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentado os valores da  $ET_o$  média mensal obtidas através da equação de Penman-Monteith para as condições climáticas de Iguatu (CE), na qual se pode observar um comportamento de decréscimo da  $ET_o$  nos meses de Março, Abril e Maio e uma elevação a partir do mês de Junho. Ainda pela Tabela 1, são apresentadas recomendações de irrigação para cultura da goiaba para a fase de produção, plantadas no espaçamento 5 x 4 m, para as condições de Iguatu, Ceará.

Tabela 1. Estimativa da evapotranspiração da cultura da goiaba

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ET <sub>o</sub> (mm dia <sup>-1</sup> )	5,4	5,2	4,9	4,6	4,7	4,8	5,3	6,0	6,5	6,5	6,4	6,1
K <sub>c</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
K <sub>r</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ET <sub>c</sub> (mm dia <sup>-1</sup> )	2,6	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,5	2,9	3,1	3,1	3,1	2,9
V <sub>a</sub> (L dia <sup>-1</sup> )	104	100	94	88	90	92	102	115	125	125	123	117

Pela observação da Tabela 1, verifica-se que o volume estimado a ser aplicado variou de 88 L dia<sup>-1</sup> para o mês de Abril a 125 L dia<sup>-1</sup> para o mês de setembro e outubro. Esses valores estão de acordo os resultados encontrados por Bassoi et al. (2001) para as condições de Petrolina, Pernambuco.

Os coeficientes indicadores do desempenho em campo do sistema de irrigação de baixa pressão encontram-se dispostos na Tabela 2. A partir dos resultados obtidos constata-se que o sistema apresentou um excelente coeficiente de uniformidade (CUC é de 93,70 %) segundo a classificação proposta por Mantovani (2002). Resultado semelhante foi observado por Sousa (2001) ao avaliar o sistema *bubbler* no município de Caucaia-Ce.

Pode-se verificar que o valor do CUD calculado foi de 92% (Tabela 2) recebendo, portanto, a classificação de excelente de acordo com Barreto Filho et al. (2000). 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 do CUD, menor é a dispersão das menores vazões em relação à média. Portanto, mostrando uma uniformidade de aplicação ao longo do sistema.

O valor da eficiência de aplicação (E<sub>a</sub>) calculada a partir da coleta das vazões ficou dentro do limite recomendado para o sistema de irrigação localizado. O Manual 36 da FAO recomenda uma faixa acima de 80% para a eficiência de aplicação. Com isso, a área em estudo apresenta E<sub>a</sub> de 83%, se encontrado em funcionamento eficiente.

Na Tabela 3, encontram-se os valores do volume aplicado (V<sub>a</sub>) e o volume real aplicado (V<sub>ra</sub>), onde se verifica que a cultura da goiaba está sendo cultivada sobre excesso hídrico, mesmo o sistema de irrigação funciona com uma alta eficiência de aplicação (83%).

Tabela 2. Coeficientes resultantes da avaliação do sistema de irrigação bubbler

Coeficientes	Valor	Unidade
q <sub>a</sub>	74,5	L h <sup>-1</sup>
CUC	93,7	%
CUD	92,0	%
E <sub>a</sub>	83,0	%

Tabela 3. Comparação entre a necessidade hídrica da goiaba e a real aplicada

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Va (L dia <sup>-1</sup> )	104	100	94	89	90	93	102	115	125	125	123	117
Vra (L dia <sup>-1</sup> )	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193
Excesso (%)	87	93	105	118	114	109	90	67	55	55	57	65

Analisado a Tabela 3, pode-se observar o excesso de aplicação de água variou de 55 a 118%. Para os meses de março a junho verifica-se que está se aplicando o dobro do volume requerido pela cultura. Tal fato pode estar associado ao tempo de irrigação.

## CONCLUSÃO

Os coeficientes de uniformidade de irrigação avaliados foram classificados como excelente nas diferentes metodologias propostas, mostrando que o sistema foi hidraulicamente bem dimensionado. Porém a cultura da goiaba está sendo irrigada com excesso hídrico, mesmo o sistema funcionando com uma alta eficiência de aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop e evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 297p (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANDRADE, E. M.; SOUZA, I. H.; SILVA, E. L. Análise dos custos fixos de um sistema de irrigação localizado por gravidade-bubbler. Revista de Ciência Agronômica. v.33, n.1, p.64-69, 2003.
- BARRETO FILHO, A. DE A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J.A.; GOMES, E.M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado em nível de campo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p.309- 14, 2000.
- BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G.; FERREIRA, M. N. L.; MAIA, J. L. T.; TARGINO, E. L. Consumo de água e coeficiente de cultura da goiabeira irrigada por microaspersão. Comunicado Técnico-EMBRAPA, Petrolina-PE. 2001. 4p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006. 625p.
- CARDOSO, G.B.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B.M.; SOUSA, V.F.; SOUZA, F. Determinação da ET de referência pela razão de Bowen com psicrômetros instalados a diferentes alturas. Fortaleza: Revista Ciência Agronômica, v.36, n.1, p.16-23., 2005.
- MANTOVANI, E.C. AVALIA – Manual do Usuário. Viçosa: DEA/UFV – P&D/Café/EMBRAPA. 2002. 100p.
- MERRIAN, J.L.; KELLER, J. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan: Utah State University, 1978. 271p.

REYNOLDS, C. A. Design and evaluation of bubbler irrigation systems. 1993. 134 f. Thesis (Master Irrigation Engineering) - University of Arizona, Arizona.

SOUZA, I. H. Avaliação do sistema de irrigação *bubbler* e do crescimento inicial do cajueiro anão precoce submetido a diferentes níveis de umidade de solo. 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. M.; SILVA, E. L. Avaliação hidráulica de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software “*bubbler*”. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.264-271, jan./abr. 2005.