



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.3, n.2, p.55–61, 2009  
 ISSN 1982-7679 (On-line)  
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>  
 Protocolo 018.09 - 19/03/2009 Aprovado em 12/09/2009

## DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DA GOIABA EM BARBALHA-CE

Fábio Ricarte Benício<sup>1</sup>, Clayton Moura de Carvalho<sup>2</sup>, Waleska Martins Eloi<sup>3</sup>, Fabrício Mota  
 Gonçalves<sup>4</sup> & Francisca Robevania Medeiros Borges<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri, e-mail: fabio\_ricarte@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, Prof. FATEC Cariri, e-mail: carvalho\_cmc@hotmail.com

<sup>3</sup>Doutora em Engenharia Agrícola, Profa. IFCE Sobral, e-mail: waleskaeloi@msn.com

<sup>4</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola, UFC, e-mail: fabriciomota21@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Tecnóloga em Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Cariri, frmborges@hotmail.com

**RESUMO:** Na irrigação por microaspersão, apesar de ser um método de irrigação no qual se tem um bom controle da lâmina aplicada é recomendável, após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento determinar a uniformidade de irrigação do sistema. Sendo assim este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão no Campo Experimental do Instituto CENTEC no município de Barbalha – CE, sendo conduzido em uma área de 0,507 ha cultivado com a cultura da goiaba com as seguintes variedades: Rica, Paluma, IPA, com espaçamento de 6,00 m x 5,00 m, onde cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 39 m de comprimento e 16 mm de diâmetro, contendo 01 (um) emissor por planta com vazão nominal de 42 L h<sup>-1</sup> no espaçamento de 6,00 m entre emissores. O valor encontrado do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) foi igual a 85,6%, o valor encontrado do Coeficiente de Uniformidade Absoluta (CUa) foi de 86,24%, o sistema apresentou uma Eficiência de Aplicação (Ea) de 83,62%, obteve-se uma Uniformidade de Emissão do Sistema (UE) igual a 51,23%. Os resultados obtidos em campo mostraram que o sistema avaliado apresentou uma boa eficiência, de acordo com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação recomendados por Bralts (1986) e ASAE (1996).

**Palavras chave:** *psidium myrtaceae*, irrigação localizada, coeficientes de uniformidade.

## PERFORMANCE OF A SYSTEM OF IRRIGATED CONDITIONS IN CULTURE OF GUAVA IN BARBALHA-CE

**ABSTRACT:** In irrigated conditions, although an irrigation method in which it has a good control of irrigation depth is recommended, after the system installation and every two years of operation determine the uniformity of the irrigation system. Therefore this study was to evaluate the performance of a system of irrigated conditions at the Experiment Institute CENTEC the city of Barbalha - CE, being conducted in an area of 0.507 ha cultivated with the culture of guava in the following varieties: Rica, Paluma, IPA, with a spacing of 6.00m x 5.00m, where each row of plants have a lateral line of polyethylene with 39 m long and 16 mm in diameter, containing 01 (a) issuing a plant with nominal flow of 42 L h<sup>-1</sup> at 6.00m spacing between emitters. The value found Coefficient of Uniformity of Distribution (CUD) was equal to 85.6%, the value found Coefficient of Uniformity

Absolute (AUC) was 86.24%, the system showed an Application Efficiency (Ea) of 83.62%, we obtained a Uniform Emission System (UES) equal to 51.23%. The results obtained in the field showed that the evaluated system presented a good efficiency, according to the coefficients of uniformity and efficiency of application recommended by Bralts (1986) and ASAE (1996).

**Key words:** *Myrtaceae Psidium*, drip irrigation, coefficients of uniformity.

## INTRODUÇÃO

Segundo Hernandez (2004) a irrigação na agricultura deve ser entendida não somente como um seguro contra secas ou veranicos, mas como uma técnica que dê condições para que o material genético expresse em campo todo o seu potencial produtivo. Já Carvalho et al. (2000) acrescenta que a dependência da produção de áreas irrigadas aumenta anualmente.

Matos et al. (1999) afirmam que os sistemas de irrigação localizada são de grande importância no cenário agrícola brasileiro, com aplicações voltadas principalmente para a fruticultura e olericultura.

Dentre as frutíferas a goiaba do gênero *Psidium*, da família *Myrtaceae*, tem amplas possibilidades de consumo nos mercados internos e externos e, por essa razão, sua cultura integra importantes projetos comerciais de fruticultura irrigada no Nordeste brasileiro. A irrigação localizada desponta como uma das contribuições mais promissoras para o desenvolvimento da fruticultura irrigada no Brasil, e mais especificamente no Nordeste (CARVALHO et al., 2006).

Segundo Silva & Silva (2005) para que a irrigação seja eficiente, é imperativo que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água. Uma vez instalado um projeto de irrigação, é necessário verificar se as condições previstas inicialmente se confirmam em campo. Para tanto, deve-se avaliar as condições de pressão, vazão e lâminas d'água aplicadas. Na realidade, a avaliação de sistemas de irrigação é um tema que os agricultores pouco têm dado importância. Mesmo tendo acesso à tecnologia, muitos

não a utilizam de forma adequada, por falta de orientação e conhecimento.

Uma das dificuldades encontrada na irrigação localizada reside na facilidade que as seções mais finas dos emissores têm em se obstruírem, podendo afetar a distribuição da água para as plantas e conseqüentemente a produção. O sistema de irrigação pode ser avaliado levando-se em conta aspectos técnicos (eficiência e uniformidade) e aspectos econômicos (SOUZA, 2001).

A desuniformidade de gotejadores e microaspersores é atribuída principalmente à falta de manutenção, sistemas mal dimensionados, ou que estão em uso há determinado tempo. Assim, enquanto uma fração de área é irrigada em excesso, em outra ocorre o déficit de água, não atendendo as necessidades hídricas das plantas (SILVA & SILVA, 2005).

Segundo Sousa (2003), para se conhecer o nível de eficiência de um sistema de irrigação é necessário que se façam avaliações sistemáticas, e essa para ser completa requer a análise de fatores como superfície molhada e a avaliação do funcionamento de acessórios como emissores, filtros, reguladores de pressão e válvulas volumétricas. Com o resultado, caso seja necessário, fazem-se ajustes na operação e principalmente no manejo de irrigação.

A uniformidade de irrigação é influenciada por uma série de fatores: pressão de serviço; diâmetro dos bocais, geometria e rugosidade dos orifícios; inclinação e velocidade de lançamento do jato; altura do emissor em relação ao solo; estabilidade da haste de sustentação do emissor, que deve ser mantida sempre na vertical; distância dos microaspersores ao caule das plantas e a interferência na interceptação do jato (COSTA, 1994).

Segundo Silva & Silva (2005) as perdas de água nos sistemas por microaspersão são, normalmente, maiores do que na irrigação por gotejamento. Isso ocorre devido à maior superfície molhada de solo e porque, na microaspersão, a água é lançada ao ar. Mesmo operando próximo à superfície do solo, os microaspersores têm sua uniformidade afetada significativamente pelo vento, resultando em arraste das gotas numa determinada direção.

Tendo em vista a importância de se conhecer a uniformidade de irrigação, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em nível de campo avaliando-se os coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Instituto Centec no município de Barbalha – CE, geograficamente localizado na microrregião do Cariri Cearense, cujas coordenadas geográficas são 7°19' S de latitude, 39°18' W de longitude e uma altitude de 409,03 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo semi-árido quente. A temperatura média anual é de 30°C, com precipitação média anual de 1.160 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio.

O experimento foi realizado em uma área de 0,507 ha cultivado com a cultura da goiaba com as seguintes variedades: Rica, Paluma, IPA, com espaçamento de 6 m x 5 m, onde cada fileira de planta possui uma linha lateral de polietileno com 39 m de comprimento e 16 mm de diâmetro, contendo 01 (um) emissor por planta com vazão nominal de 42 L h<sup>-1</sup> no espaçamento de 6 m entre emissores. As linhas secundárias e principal de PVC possuem diâmetro de 50 mm.

Os equipamentos utilizados para

avaliação foram: um cronômetro digital, uma proveta graduada de 500 ml e manômetro. Para a avaliação foram selecionadas quatro linhas laterais sobre a linha de derivação ou secundária em funcionamento, as quais se encontravam nas seguintes posições: início; a 1/3 da linha secundária; a 2/3 da linha secundária e última. Após selecionar as quatro linhas laterais ao longo da secundária, foram selecionados quatro pontos ao longo da linha lateral, nas seguintes disposições: primeiro emissor, emissor a 1/3 do comprimento, emissor a 2/3 do comprimento e o último emissor, segundo Keller e Karmelli (1974).

As medições das vazões dos emissores foram realizadas em quatro emissores de cada lateral, com três repetições de coleta para obtenção da média, com o tempo de 30 segundos para cada coleta e as pressões medidas na entrada e saída das linhas laterais selecionadas durante a avaliação.

Na figura 1, encontra-se o esquema da seleção dos pontos de coleta no sistema de irrigação na cultura da goiaba que possui: 28 linhas laterais com 07 emissores cada uma.

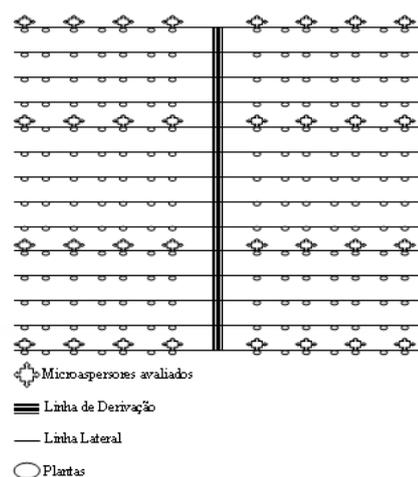


Figura 1. Layout do esquema da seleção de pontos.

## Variáveis avaliadas

Através dos dados coletados em campo foram realizados os cálculos para a avaliação do sistema de irrigação, entre

eles: coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de uniformidade absoluta (CUa), uniformidade de emissão do sistema (UE), uniformidade estatística (Us), eficiência de aplicação do projeto (Ea) e o coeficiente de variação da vazão do emissor (cv).

### Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD)

A definição do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) apresentado por Keller & Karmeli (1974) é baseada na razão entre as vazões mínima e média dos emissores (Equação 1).

$$CUD = \frac{q_n}{q_a} \times 100 \quad (1)$$

em que:  $q_n$  é a média das 25% menores descargas dos emissores, em  $L h^{-1}$ ;  $q_a$  é média das descargas de todos os emissores, em  $L h^{-1}$ .

A uniformidade de distribuição de água é uma medida frequentemente utilizada como indicador dos problemas de distribuição da irrigação. Um baixo valor de CUD indica perda excessiva de água por percolação profunda, se a lâmina mínima aplicada correspondente à lâmina necessária. Os valores de CUD são, em geral, menores que os valores de CUC (OLITTA, 1987).

Segundo Zocoller (2003), para culturas com sistema radicular profundo, como frutíferas, especialmente onde a irrigação é suplementar, os valores da uniformidade de distribuição podem ser menores com CUC entre 70% e 82%.

Os valores médios de CUD determinados no campo devem estar dentro da faixa de 85% a 95% (VERMEIREN, 1997).

### Coeficiente de uniformidade absoluta (CUa)

O coeficiente de uniformidade de emissão absoluta (CUa) é uma forma modificada da equação de CUD proposta por Keller & Karmeli (1974), que inclui as razões das vazões máxima e mínima dos

emissores com a média (Equação 2).

$$CUa = \left[ \frac{q_n + q_a}{q_a - q_x} \right] \times 100 \quad (2)$$

em que:  $q_x$  é a média das 12,5% maiores vazões observadas, em  $L h^{-1}$ ;  $q_n$  é a média das 25% menores descargas dos emissores, em  $L h^{-1}$ ;  $q_a$  é média das descargas de todos os emissores, em  $L h^{-1}$ .

A Tabela 1 apresenta os critérios para classificação dos valores de CUD e CUa apresentados por Bralts (1986).

**Tabela 1:** Critérios para classificação de CUD e CUa.

CUD e CUa	classificação
90% ou maior	excelente
80% a 90%	bom
70% a 80%	regular
menor que 70%	ruim

### Coeficiente de variação da vazão (cv)

A variação em razão do processo de fabricação é medida pelo coeficiente de variação da vazão (cv):

$$cv = \frac{\left[ \left( \sum q_i^2 - n q_a^2 \right) (n-1)^{-1} \right]^{1/2}}{q_a} \quad (3)$$

em que: cv é o coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal;  $q_a$  é média das descargas de todos os emissores, em  $L h^{-1}$ ;  $q_i$  é a vazão do emissor; n é o número de emissores testados.

### Uniformidade de emissão do sistema (UE)

Conforme Bralts (1986), para efeito de dimensionamento, a Equação 01 foi posteriormente modificada e redefinida, de forma a incluir o coeficiente de variação de fabricação e o número de emissores por planta, resultando na equação 4. Para efeito de avaliação de campo prevalece a Equação 1.

$$UE=100.(1-1,27.e^{-0,5}.cv).\left(\frac{q_n}{q_a}\right) \quad (4)$$

em que: UE é a uniformidade de emissão; qn é a média das 25% menores descargas dos emissores, em L h<sup>-1</sup>; qa é a vazão média dos emissores na subunidade, L h<sup>-1</sup>; cv é o coeficiente de variação da vazão dos emissores em decimal; “e” é número de emissores por planta;

### Eficiência de aplicação (EA)

A eficiência de irrigação é definida pela relação entre a quantidade de água incorporada ao solo, até a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e a quantidade de água aplicada.

Segundo Souza (2001) a eficiência é um parâmetro muito usado no dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação.

A Tabela 2 apresenta os valores de Ks para diferentes tipos de solos (VERMEIIREN, 1997).

**Tabela 2.** Valores de Ks para diferentes tipos de solos.

Tipo de Solo	Coefficiente Ks	Ks (%)
Areia grossa ou solo leve em subsolo de grava	1,15	87
Arenoso	1,00	91
Limoso	1,05	95
Argilo limoso ou argiloso	1,00	100

Fonte: (VERMEIIREN, 1987).

Para efeito do cálculo da eficiência de aplicação, utilizou-se à expressão:

$$Ea = Ks \times CUD \quad (6)$$

em que: Ks - é o coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 90%, (onde o Ks desejável esta em torno de 85 a 90% segundo o Manual 36 da FAO).

A eficiência de aplicação (Ea), ideal e aceitável para os diferentes métodos de irrigação, mostra que a do tipo localizada “microaspersão” deve ser: Ea ideal ≥ 95%

e Ea aceitável ≥ 80% (BERNARDO, 1995).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores das vazões coletadas em campo, verificou-se que a maioria dos emissores encontram-se abaixo do valor especificado pelo o fabricante que é de 42 L h<sup>-1</sup>, conforme apresenta a tabela 3.

**Tabela 3.** Valores das medições da vazão dos emissores em L h<sup>-1</sup>

Emissores	Setor 1			
	Primeiro	1/3	2/3	Último
Primeira	32,32	30,72	32,24	40,20
1/3	35,88	34,44	34,60	33,44
2/3	35,36	36,00	37,20	36,72
Última	39,99	39,32	39,80	23,24
Emissores	Setor 2			
	Primeiro	1/3	2/3	Último
Primeira	30,72	30,72	30,72	30,72
1/3	36,48	36,48	36,48	36,48
2/3	38,32	38,32	38,32	38,32
Última	39,20	39,20	39,20	39,20

Com os resultados obtidos em campo obteve-se os seguintes valores e parâmetros contidos na tabela 4.

**Tabela 4.** Média das vazões de todos emissores (qa); Média das 25% das menores vazões dos emissores (qn); Média das 12,5% das maiores vazões dos emissores (qx); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Coeficiente de Uniformidade Absoluto (Cua); Uniformidade Estatística (Us); Eficiência de Aplicação (Ea); Coeficiente de variação (Cv) e Uniformidade de Emissão (UE).

Parâmetros Avaliados	Valores Obtidos
qa (L h <sup>-1</sup> )	35,99
qn (L h <sup>-1</sup> )	30,81
qx (L h <sup>-1</sup> )	41,43
CUD (%)	85,60
Cua (%)	86,24
Ea (%)	83,62
cv (%)	31,62
UE (%)	51,23

O valor encontrado do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi igual a 85,6% sendo classificado de acordo por Bralts (1986) e ASAE (1996) como bom segundo valores citados nas Tabelas 1 e 5, respectivamente.

**Tabela 5.** Processo de comparação do CUD e do CUE para verificação do grau de aceitabilidade, segundo ASAE (1996).

Grau de Aceitabilidade	CUE	CUD
Excelente	100 - 95	100 – 94
Bom	90 - 85	87 – 81
Regular	80 - 75	75 – 68
Ruim	70 - 65	62 – 56
Inaceitável	< 60	< 50

Dentre os valores dos coeficientes avaliados o CUD apresentou o menor valor obtido em campo, entretanto em sistemas de irrigação localizada, segundo López et al (1992), ele é o mais utilizado na avaliação, pois este possibilita uma medida mais rigorosa, dando maior peso às plantas que recebem menos água.

O valor encontrado do coeficiente de uniformidade absoluta (Cua) foi de 86,24% sendo classificado segundo Bralts (1986) como bom.

O sistema apresentou uma eficiência de aplicação (Ea) de 83,62% que segundo Bernardo (1995), para sistemas de irrigação localizada do tipo microaspersão encontra-se dentro do aceitável que é de  $\geq 80\%$ .

Obteve-se uma uniformidade de emissão (UE) igual a 51,23%, valor bastante inferior ao recomendado por Pizarro (1990) que deve estar entre 90 a 95% (Tabela 6), considerando a topografia do terreno, espaçamento da cultura e o clima árido. Pode-se atribuir a baixa uniformidade de emissão ao elevado valor do coeficiente de vazão dos emissores (cv).

**Tabela 6.** Valores recomendados de UE, segundo o espaçamento dos emissores, topografia do terreno e tipo de clima (PIZARRO, 1990).

Emissores	Declividade	UE	
		Clima árido	Clima úmido
Espaçamentos mais de 4m em culturas permanentes	Uniforme ( $i \leq 2\%$ )	0,90	0,80 – 0,85
		–	
		0,95	
Espaçados menos de 2,5 m em culturas permanentes	Uniforme ou ondulada ( $i > 2\%$ )	0,85	0,75 – 0,80
		–	
		0,90	
Espaçados menos de 2,5 m em culturas permanentes ou semi-permanentes	Uniforme ( $i \leq 2\%$ )	0,85	0,75 – 0,80
		–	
		0,90	
Espaçados menos de 2,5 m em culturas permanentes ou semi-permanentes	Uniforme ou ondulada ( $i > 2\%$ )	0,80	0,70 – 0,80
		–	
		0,90	

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em campo mostraram que o sistema avaliado apresentou uma boa eficiência, de acordo com os valores dos coeficientes de uniformidade e de eficiência de aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph, p.792-797. 1996.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6<sup>o</sup> ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 657p.:il.
- BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).
- CARVALHO, C. M. de; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R. V.; PEREIRA, J. M. G. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 36 – 46, 2006.
- CARVALHO, D. F.; SOARES, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SEDIYAMA, G. C.; PRUSKI, F. F. Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba,

utilizando a técnica da programação linear. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 203 – 209, 2000.

COSTA, M. C. **Caracterização hidráulica de dois modelos de microaspersores associados a três reguladores de fluxo e um mecanismo de pulso**. 1994. 109 p. Tese (Mestrado em Agronomia). ESALQ/USP, Piracicaba, 1994.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação**. 2004. Disponível em <<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em 28 ago. 2005.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transaction of the ASAE. St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684, July/Aug., 1974.

LÓPEZ, J. R., ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego Localizado**. Madrid, Espana: Mundi – Prensa, 1992. 405p.

MATOS, J. A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M. Avaliação da distribuição de água de um microaspersor autocompensante **Revista Irriga**, Botucatu, v.4, n.3, p. 168-174, 1999.

OLITTA, A. F. L. **Os Métodos de Irrigação**. 1ª Ed. reimpressão. São Paulo: Nobel, 1987.

PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia**. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1990.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n.8, dez. 2005.

SOUSA, A. E. C. **Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da manga (*mangifera indica* L.)**. Sobral: CENTEC/CE, 2003. 21p. (Monografia).

SOUZA, R. O. R. M. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de irrigação automatizado para áreas experimentais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. (Dissertação de Mestrado)

VERMEIIREN, L. **Irrigação Localizada**. Campina Grande: UFPB– Universidade Federal da Paraíba (Estudos da FAO 36), 1997.

ZOCOLLER, J. L. **Avaliação de desempenho de sistemas de irrigação**. Ilha Solteira – SP: UNESP. Disponível em <[www.agr.feis.unesp.br/curso5.htm](http://www.agr.feis.unesp.br/curso5.htm)>. Acesso em 05 de julho de 2003.