



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.3, n.1, p.39–45, 2009
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
 Protocolo 013.09 – 04/03/2009 Aprovado em 27/05/2009

DESEMPENHO HIDRÁULICO E MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM SISTEMA IRRIGADO POR MICROASPERSÃO

ANA KELLIANE SILVA DO NASCIMENTO¹, RODRIGO OTÁVIO RODRIGUES DE MELO SOUZA²,
 SÍLVIO CARLOS RIBEIRO VIEIRA LIMA³, CLAYTON MOURA DE CARVALHO⁴, BRUNA MESQUITA
 ROCHA⁵; KELLY DO NASCIMENTO LEITE⁶

¹ Mestranda em engenharia agrícola na UFCG, e-mail: kelly_s02@hotmail.com

² Dr. em engenharia agrícola, Professor da UFRA.

³ Doutorando em engenharia agrícola na ESALQ/USP, Professor da FATEC, e-mail: scrvlima@hotmail.com.

⁴ Doutorando em engenharia agrícola na UFC, Professor da FATEC, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br.

⁵ Especialista em fruticultura irrigada, FATEC, e-mail: bruna.mrocha@hotmail.com

⁶ Mestranda em engenharia agrícola na UFC, e-mail: kellyleite14@hotmail.com

RESUMO: Na irrigação é importante que o irrigante quantifique o volume de água requerido pela planta e o momento correto para a aplicação da água, realizando dessa forma o manejo adequado da irrigação. Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho hidráulico e o manejo da irrigação localizada por microaspersão numa área de 5,9 hectares com a cultura do mamão no perímetro irrigado Araras Norte, localizado nos municípios de Reriutaba e Varjota, no Estado do Ceará. Para a avaliação hidráulica foram realizadas coletas de vazão e pressão dos microaspersores seguindo a metodologia sugerida por Deniculi *et al.*, (1980). Para o acompanhamento do manejo da irrigação foram utilizadas duas baterias de Tensiômetros, além do levantamento diário do número de horas de funcionamento do sistema. Foi observado que o manejo de irrigação não foi realizado adequadamente, pois mesmo com uma Eficiência de Aplicação considerada boa, foi verificada também uma Perda por Percolação considerável, o que pode causar um desequilíbrio hídrico.

Palavras-chave: irrigação localizada, coeficientes de uniformidade, manejo de sistemas irrigados.

HYDRAULIC PERFORMANCE AND MANAGEMENT OF MICROIRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT: In irrigation is important for quantifying the volume of irrigating water for the plant and the time required for the correct application of water, thus making the appropriate management of irrigation. Considering this, the present study was to evaluate the hydraulic performance and management of microirrigation in area of 5.9 hectares to the cultivation of papaya irrigated perimeter Araras Norte, located in the municipalities of Reriutaba and Varjota, State of Ceará . For the evaluation were collected hydraulic flow and pressure of microsprinklers following the methodology suggested by DENICULI et al., (1980). For monitoring the management of irrigation were used two batteries of tensiometers, in addition to lifting the number of daily hours of operation. It was observed that the management of irrigation was not performed properly, because even with an efficiency of application considered good, there was also a considerable loss by percolation, which can cause an imbalance water.

Keywords: drip irrigation, coefficients of uniformity, management of irrigation systems.

INTRODUÇÃO

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 (Hernandez, 2004). Além disso, se bem utilizada, a irrigação é um instrumento muito eficaz no aumento da rentabilidade, permitindo, por exemplo, a racionalização de insumos através da fertirrigação.

A grande quantidade de água requerida para a prática da irrigação, o decréscimo de sua disponibilidade e o alto custo da energia necessária à sua aplicação têm aumentado o interesse pela racionalização desse recurso, de forma a minimizar as suas perdas (Azevedo et al., 1999). Pelo exposto, é necessário minimizar a quantidade de água aplicada via irrigação sem, contudo, comprometer a produção final. Nos dias atuais, o emprego da irrigação localizada vem sendo muito aplicado com esse objetivo (Souza et al., 2005).

No entanto, 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 (Silva & Silva, 2005).

Um dos fatores que influenciam o manejo adequado da irrigação é o desempenho hidráulico do sistema. Para que seja verificado esse desempenho, periodicamente, são recomendadas avaliações hidráulicas.

Para analisar a qualidade da irrigação em campo são utilizadas algumas variáveis de desempenho como a uniformidade de distribuição e eficiência do sistema. Segundo Miranda e Pires (2003), o termo uniformidade refere-se as variáveis de desempenho associado à variabilidade de lâmina de irrigação aplicada. É uma grandeza que caracteriza todo o sistema de irrigação e intervêm no seu projeto, tanto agrônômico, pois afeta o cálculo da quantidade de água necessária à irrigação, quanto hidráulico, pois em função dela define-se o espaçamento dos emissores de água, a vazão do sistema e o tempo de irrigação.

A necessidade de realizar a avaliação da uniformidade de emissão da água aumenta de acordo com o tempo de uso do equipamento, pois o prolongamento do uso dos mesmos provoca uma maior suscetibilidade para a obstrução de orifícios, afetando a uniformidade de distribuição de água e por consequência também o rendimento da cultura ou a despadronização da produção.

Na irrigação localizada, a uniformidade de aplicação da água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada à variação de vazão dos emissores, variação essa devida às perdas de carga ao longo do tubo e das inserções dos emissores, dos ganhos e perdas de energia de posição, da qualidade do tubo, das obstruções e efeitos da temperatura da água sobre o regime de escoamento e geometria do emissor (Howell & Hiller, 1974 e Gomes, 1999).

Segundo Sousa (2003), os problemas que afetam a uniformidade de distribuição são divididos em duas classes: a) causas hidráulicas: todas aquelas que afetam a pressão de operação dos emissores, poderão ser oriundas de um projeto hidráulicamente mal concebido, da falta de reguladores de pressão ou desajuste destes reguladores, elevada perda de carga, elevado desnível geométrico, etc.; b) baixa uniformidade dos emissores: decorrente do alto coeficiente de variação de fabricação e/ou da obstrução dos emissores.

Ainda segundo o mesmo autor, a baixa uniformidade de distribuição de água pode ser atribuída a muitas causas além de hidráulicas e coeficiente de variação de fabricação. Antes de implementar qualquer estratégia de manejo, é fundamental que se proceda a uma avaliação de desempenho do sistema de irrigação.

Para que a irrigação seja bem conduzida, sem um desperdício de água, é importante que o irrigante quantifique o volume de água requerido pela planta, realizando dessa forma o manejo adequado da irrigação. Tendo em vista esta importância o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho hidráulico e o manejo da irrigação na cultura do mamão utilizando o sistema de irrigação localizada por microaspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado Araras Norte,

localizado nos municípios de Reriutaba e Varjota, no Estado do Ceará. As suas coordenadas geográficas são: 4° 09' de latitude Sul e 40° 32' de longitude Oeste. A região se caracteriza por possuir uma temperatura média anual de 28,2 °C, uma precipitação média anual de 797 mm distribuída de forma irregular com uma estação chuvosa que concentra-se durante os meses de fevereiro e maio, uma evaporação média anual de 2.709 mm, e um solo com textura média e leve.

Para a realização deste trabalho foi selecionada uma área de cultivo de mamão formosa irrigado por microaspersão de 5,9 hectares. A cultura era espaçada com fileiras duplas, sendo 2,0 x 2,0 m entre plantas e 4,0 m entre fileiras, totalizando 10.230 plantas.

As linhas de irrigação eram de polietileno de 16 mm contendo em cada linha 52 emissores com espaçamento de 4,0 m entre microaspersores.

Avaliação Hidráulica

Para medir a vazão dos emissores foram utilizados os seguintes equipamentos: um recipiente graduado de 1000 mL, uma proveta graduada de 50 mL e um cronômetro. Além desses equipamentos, também foi utilizado um manômetro, com escala de 0 a 1000 kPa.

Para a realização da avaliação foi utilizada a metodologia sugerida por Deniculi et al., (1980) que opta pela seleção de quatro linhas laterais, as quais se encontram nas seguintes posições: início, a 1/3; a 2/3, e fim da linha principal. Posteriormente foram selecionados oito pontos ao longo da linha lateral, que são: o início, a 1/7, a 2/7, a 3/7, a 4/7, a 5/7, a 6/7 e o último emissor da linha lateral. A determinação das vazões e das pressões dos emissores foi realizada em toda área com três repetições.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi observada a utilização de dois tipos de microaspersores. Foi realizado um teste de vazão no laboratório de Ensaio de

Equipamentos de Irrigação da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral. A condução do teste foi feita com o uso de um cronômetro e um recipiente calibrado realizando-se três repetições com intervalos de pressão entre 15 e 20 mca.

Para a determinação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), utilizou-se a equação proposta por Keller e Karmelli (1975), que consiste no quociente da média dos 25% de menores vazões (qn) e a média das vazões (qa) dos emissores testados. Este coeficiente é mais indicado para a avaliação em sistemas de irrigação tipo localizada.

Para calcular os valores de CUD utilizou-se a seguinte expressão:

$$CUD = \frac{qn}{qa} 100 \quad (1)$$

Em que: qn são as médias das 25% menores descargas dos emissores, em L h⁻¹; qa é a média das descargas de todos os emissores, em L h⁻¹.

Os critérios utilizados para caracterização dos resultados foram de

acordo com Bralts (1986), mostrados a seguir na Tabela 1:

Tabela 1. Caracterização do CUD

CUD	Grau de Aceitabilidade
≥90%	Excelente
80% a 90%	Bom
70% a 80%	Regular
< 70%	Ruim

Para calcular o Coeficiente de Variação Global de vazão (CVT), foi utilizada a seguinte equação proposta por Bralts & Kesner (1983):

$$CVT = \frac{Sq}{qa} 100 \quad (2)$$

Em que: Sq é o desvio padrão das vazões.

A metodologia usada para especificar a caracterização quanto ao CVT de acordo com Miranda & Pires (2003), é a seguinte:

Tabela 2. Especificação do CVT

CVT	Grau de Uniformidade
CVT ≤ 0,10	Excelente
0,10 < CVT ≤ 0,20	Muito Boa
0,20 < CVT ≤ 0,30	Aceitável
0,30 < CVT ≤ 0,40	Baixa
CVT > 0,40	Inaceitável

Para o cálculo do Coeficiente de Variação da Pressão dos emissores (CVH), utilizou-se a seguinte equação:

$$CVH = \frac{Sh}{h} 100 \quad (3)$$

Em que: Sh o desvio padrão das pressões; H é a média das pressões correspondentes.

O Coeficiente de Variação de Vazão devido à baixa uniformidade dos emissores é calculado pela equação seguinte:

$$CVE = \sqrt{CVT^2 - X^2 CVH^2} \quad (4)$$

Em que: X é o coeficiente de descarga do emissor;

Manejo

Para a realização do acompanhamento do manejo da irrigação foram instaladas duas baterias de tensiômetros de mercúrio, com o objetivo de monitorar a unidade do solo.

As profundidades utilizadas foram 15 cm e 30 cm, escolhidas com base na profundidade do sistema radicular da cultura e para um monitoramento da umidade de diferentes profundidades do solo. As leituras nos tensiômetros foram realizadas antes da realização das irrigações, bem como o acompanhamento pluviométrico, com o intuito de observar a quantidade de água no solo com o auxílio da curva de retenção de água no solo, expondo dessa forma a ocorrência de excesso ou déficit.

O potencial matricial no solo foi calculado por meio da equação seguinte:

$$\Psi_m = -12,6 H + H_1 + H_2 \quad (5)$$

Em que: Ψ_m é o potencial matricial no solo; H é a altura da coluna do mercúrio no tubo capilar; H_1 é a altura do nível de mercúrio, na cuba em relação ao solo; H_2 é a profundidade de instalação.

Durante o período de realização do trabalho, 23/02/2005 a 08/06/2005, observou-se que o tempo médio de irrigação foi de 3 horas e turno de rega de 2 dias. Foi considerado para o mamoeiro com idade de 7 meses, um consumo médio de 20 L dia⁻¹, de acordo com Coelho et al. (2000), e também foi calculada a Eficiência de Aplicação (Ea), a Perda por Percolação (Pp) e a Eficiência de Armazenamento (Es), com o objetivo de quantificar as perdas ocorridas.

A eficiência de aplicação (EA) da unidade operacional foi estimada, conforme apresentado por Merriam & Keller (1978), como:

$$EA = 0,9 CUD \quad (6)$$

Para calcular a Pp que é fração da água infiltrada no solo que percola para camadas inferiores à profundidade efetiva do sistema radicular da cultura irrigada, usou-se a equação seguinte:

$$Pp = 100 - Es \quad (7)$$

Em que: Ea é a Eficiência de Armazenamento (%).

Para calcular a Eficiência de Armazenamento usou-se a expressão:

$$Es = \frac{V_s}{V_{r,n}} \cdot 100 \quad (8)$$

Em que: V_r é o volume requerido pela cultura (L dia⁻¹) e n é o número de emissores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliação Hidráulica

Os valores das vazões coletadas em campo, apresentam-se, na sua maioria, inferiores as vazões encontradas na realização do teste de laboratório que foi de 67 L h⁻¹ para o microaspersor azul e 72 L h⁻¹ para o verde, o motivo para tal acontecimento seja provavelmente pela grande variação de pressão, valores encontrados muitas vezes menores dos que os utilizados no teste em laboratório.

Com base nos valores coletados em campo foram determinados os parâmetros necessários para a avaliação do desempenho do sistema (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados referentes à Avaliação Hidráulica

CUD (%)	Q _{médio} (L h ⁻¹)	CVT (%)	CVH (%)	CVE (%)
77,79	61,3	16,56	19,91	13,3

Observa-se na Tabela 7 que a média das vazões coletadas apresenta-se

inferior a vazão nominal dos microaspersores que foi 67 L h⁻¹ para o microaspersor azul e 72 L h⁻¹ para o microaspersor verde.

O Coeficiente de Variação Global (CVT) encontrado foi de 16,56%, valor considerado muito bom, segundo Miranda & Pires (2003). Já o Coeficiente de Variação de Pressão (CVH), foi de 19,91%, considerado alto já que, segundo Frizzone (1992), tem que ser inferior a 8%. No entanto, o coeficiente da variação de vazão devido à baixa uniformidade dos emissores (CVE) foi de 13,3%, classificado como normal, pois de acordo com Miranda & Pires (2003) tem que estar abaixo de 20%, dessa forma comprovando a não ocorrência de obstrução dos emissores.

O coeficiente de uniformidade de distribuição do lote em geral foi de 77,79%, classificado como regular, segundo Bralts (1986) para a Irrigação Localizada.

A performance regular pode ser fruto de falta de manutenção no sistema, por exemplo, ou mesmo da baixa pressão, além de causas hidráulicas, acentuado desnível geométrico observado na área e a utilização de dois tipos de emissores diferentes na mesma linha lateral. Essas variações de vazão ao longo das linhas laterais ocorrem devido a diferenças de pressão que estão submetidas, em função da perda de carga na tubulação e desnível.

Manejo

Durante o trabalho realizado observou-se que o tempo médio de irrigação foi de 3 h, com um turno de rega de 2 dias. Com base nas avaliações de campo a vazão média coletada foi 61,3 L h⁻¹.

Considerando que o mamão requer um volume de 20 L dia⁻¹, Coelho *et al.* (2000), calculou-se a Eficiência de Aplicação (Ea), a Perda por Percolação (Pp) e a Eficiência de Armazenamento (Es), mostrados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4. Resultados referentes ao Manejo.

Q _{médio} (L h ⁻¹)	Ea (%)	Pp (%)	Es (%)
61,3	70,01	15,4	84,6

De acordo com a tabela acima a eficiência de aplicação apresenta-se classificada como baixa, pois Keller & Bliesner (1990) recomendam valores acima de 80%. A perda por percolação de 15,35% equivale a um volume de água perdido por dia de 36.104,44 L no lote inteiro, o que pode ser atribuída a desuniformidade de aplicação de água pelo sistema.

CONCLUSÃO

O sistema de irrigação avaliado apresentou uma Uniformidade de Distribuição regular, mostrando que o sistema possui falhas hidráulicas de dimensionamento, onde há microaspersores operando inadequadamente.

O manejo da irrigação não foi realizado adequadamente, pois foi encontrada uma Eficiência de Aplicação baixa e também foi verificada uma Perda por Percolação considerável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H. J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.
- 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).

BRALTS, V.F.; KESNER, C. Drip irrigation field uniformity estimation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.5, p.1369-74, 1983.

COELHO, E. F; SOUSA, V. F de; AGUIAR NETO, A de; OLIVEIRA, A. S de. **Manejo de Irrigação em Fruteiras Tropicais**. Cruz das Almas, BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo, num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa. 1980. v 27, n. 150, p. 155 - 162.

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão**: uniformidade e eficiência. Piracicaba: ESALQ, 1992, 53 p. (Séria Didática).

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 3.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412 p.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação**. 2004. Disponível em <<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em 27 abril de 2009.

HOWELL, T. A.; HILLER, E. A. Designing trickle irrigation laterals for uniformity. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., 1974, San Diego. **Proceedings...** Riverside: Department of Soil Science and Agricultural Engineering, 1974. p.299-304

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, p.652, 1990.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. S.1: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, Glendora, California, 1975. 133p

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation systems evaluation**: A guide for management. Logan: Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah State University, 1978. 271 p.

MIRANDA, J. H de. PIRES, R. C de M. (Coordenadora). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2003. (Serie Engenharia Agrícola, 1).

SILVA, C. A. da; SILVA, C. J. da. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano 4, n. 8, 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, I. H. de; ANDRADE, E. M. de; SILVA, E. L. da. 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, 2005.

VERMEIREN, L; JOBLING, G. A. **Irrigação Localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997 (Estudos da FAO, 36).