



Caracterização hidráulica de três modelos do miniaspersor Mamkad autocompensante



Felizardo A. Rocha¹, Júlio H.F. César¹, Carlos R. de Mello², Fernando S. Rocha³ & Geraldo M. Pereira⁴

¹ UFLA, Rua Cristiano Silva 140, Centro, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 3821-6011. E-mail: felizardo.rocha@bol.com.br

² Dept. de Ciência do Solo/UFLA, CP 37, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 3821-7143. E-mail: crmello@ufla.br (Foto)

³ UFLA

⁴ Departamento de Engenharia da UFLA. E-mail: geraldop@ufla.br

Protocolo 100 - 16/05/2000

Resumo: Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar as características hidráulicas de três modelos do miniaspersor Mamkad autocompensante, modelo Dan Sprinklers. Avaliou-se a variação decorrente do processo de fabricação, a uniformidade de distribuição de água e a equação característica da relação vazão versus pressão, visando fornecer recomendações para sua adequada seleção, com vistas ao dimensionamento de sistemas de irrigação localizada. O coeficiente de variação de fabricação para esses modelos permitiu classificá-los na categoria A, com o modelo amarelo apresentando a melhor uniformidade de distribuição de água. A vazão dos emissores aumentou em até 33,2%, quando submetidos a acréscimos de pressão, dentro do intervalo recomendado pelo fabricante.

Palavras-chave: miniaspersor, uniformidade de aplicação, coeficiente de variação de fabricação

Hydraulic characterization of three models of the compensating mini-sprinkler Mankad

Abstract: This work was developed with the objective of evaluating the hydraulic characteristics of three models of the compensating mini-sprinkler, manufactured by Dan Sprinklers. Evaluated were the variation due to manufacturing process, water distribution uniformity, discharge-pressure relation (mini-sprinkler characteristic equation), aiming to provide suggestions for their adequate selection for trickle irrigation systems designs. Both models were classified as A category because of the low manufacturing variation coefficient obtained (< 5%), and the yellow model exhibited the best water distribution uniformity.

Key words: mini-sprinkler, application uniformity, manufacturing variation coefficient

INTRODUÇÃO

Os sistemas de irrigação localizada são de grande importância no cenário agrícola brasileiro, com aplicações voltadas principalmente para a fruticultura, horticultura e fertirrigação. Portanto, a tecnologia de irrigação, desde que adequadamente desenvolvida e/ou adaptada, oferece um instrumento capaz de promover transformação social e econômica no meio rural, gerando novos empregos e elevando a renda do agricultor e a oferta de produtos agrícolas (Matos et al., 1999).

Segundo Kososki (1997) em 1995 a área cultivada no mundo era de 1,5 bilhão de hectares, dos quais cerca de 225 milhões (17%) irrigados, que responderam por 40% da produção total. No Brasil foram cultivados, em 1996, aproximadamente 55 milhões de hectares, dos quais cerca de 2,7 milhões (5%) irrigados, respondendo por 18% da produção total. Da área total irrigada no país, 59,6% foram por irrigação por superfície (inundação e sulco), 36,3% por aspersão e 4,1% por irrigação localizada

(microaspersão e gotejamento). A irrigação localizada apresenta algumas vantagens quando comparada com outros métodos, como a possibilidade de operar sob baixas pressões de serviço e, conseqüentemente, com menor consumo de energia que na aspersão convencional e, além disso, problemas fitossanitários podem ser reduzidos, uma vez que fornecem umidade adequada ao solo, sem molhar as folhas nem os frutos (Curtis et al., 1996).

Armoni (1986) cita que na irrigação por aspersão determinada disposição de aspersores pode não proporcionar o nível desejado de uniformidade. Tal situação, porém, pode ser alterada pela mudança do espaçamento ou pelo acréscimo de um segundo bocal no aspersor, enquanto na microaspersão a situação é diferente, pois a água é aplicada diretamente ao solo, com praticamente nenhum recobrimento.

Um grande avanço nas duas últimas décadas foi observado na irrigação localizada devido ao advento de emissores autocompensantes, os quais possibilitam linhas laterais de maior comprimento, sem aumento do diâmetro da tubulação e oferecem,

também, grande vantagem em áreas extensas e de elevada variação topográfica com maior confiabilidade ao projetista de irrigação. A vazão proporcionada é praticamente constante para uma faixa de valores de pressão, sendo que abaixo do limite mínimo de pressão geralmente esses emissores são também autolimpantes, o que é de suma importância em irrigação localizada (Zanini et al., 1998).

Gilaad et al. (1980) citados por Paes (1985) observaram que as características hidráulicas dos microaspersores são influenciadas pela geometria, pelo material, pelo processo de fabricação e pelo método de instalação do microaspersor na linha lateral. Solomon (1979) cita que é impossível fabricar dois emissores perfeitamente iguais. Algumas variações sempre existirão entre objetos supostamente idênticos, porque existe uma série de variáveis de controle na máquina de moldagem, como a temperatura, pressão e velocidade de injeção, temperatura do molde, tempo do ciclo e operação do molde. Qualquer um desses fatores causa mudanças nas condições do material que está sendo moldado.

Uma das etapas básicas quando da implantação ou manejo de um projeto de irrigação localizada é a determinação da uniformidade de distribuição da água, pois ela é o melhor indicativo da qualidade da irrigação. Via de regra, a uniformidade de aplicação da água de irrigação é quantificada por meio dos coeficientes de uniformidade, sendo mais utilizado o coeficiente de uniformidade de Christiansen (Li & Kawano, 1996; Rodrigues et al., 1997).

Boas (1994) comparando o método de amostragem radial com o método de amostragem em malha, verificou que os dois métodos são estatisticamente equivalentes, podendo-se recomendar a utilização do método de amostragem radial para análise da uniformidade de distribuição de água, seja em condições de campo ou na ausência de vento, por ser considerado de fácil e rápida instalação.

Para que um sistema de irrigação seja corretamente dimensionado, torna-se necessário o conhecimento das características hidráulicas dos emissores. De acordo com Pizarro (1996) informações referentes ao emissor e seu regime de fluxo são obtidas através do coeficiente de variação de fabricação (CVF) e da equação característica de vazão versus pressão. Entretanto, no mercado nacional é grande a variedade de emissores, sendo que a maioria é importada e colocada diretamente à disposição do consumidor com poucas informações sobre suas características hidráulicas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características hidráulicas do miniaspersor Mamkad autocompensante, como uniformidade e perfil de distribuição de água, coeficiente de variação de fabricação e a equação vazão versus pressão, visando fornecer recomendações para uma seleção adequada no dimensionamento de sistemas de irrigação localizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Lavras, em condições de vento nulo, de acordo com as normas ISO 7749/2 (ISO, 1990) e ISO 9260 (ISO, 1991).

Testaram-se três modelos (amarelo, azul e preto) do miniaspersor Mamkad autocompensante da Dan Sprinklers, com

a finalidade de se determinar o CUC, o diâmetro efetivo, o perfil de distribuição de água, a equação vazão versus pressão, o mapa das linhas de mesma pluviometria (isoietas) e o perfil tridimensional. Trata-se de um miniaspersor de fabricação israelense bastante utilizado na cultura da banana e hortaliças. Apresenta uma estrutura compacta e robusta, com jatos de alta trajetória (permitindo maior alcance) e bocal com dispositivo de proteção contra insetos.

Para a avaliação desses parâmetros, instalou-se uma linha de coletores espaçados equidistantemente 0,5 m, a partir do emissor, seguindo-se a metodologia de amostragem radial. Os miniaspersores foram instalados a uma altura de 0,5 m em relação à seção de captação do coletor.

Para cada modelo foram testados três emissores nas pressões de 200, 250, 300, 350 e 400 kPa, conforme recomendado pelo fabricante; após uma hora de funcionamento, foram feitas as leituras dos volumes de água contidos em cada coletor, com o uso de provetas graduadas. Na determinação do CUC utilizou-se o software Catch-3D v 4.45 considerando-se, para o cálculo, a média dos valores de precipitação de três emissores de um mesmo modelo testado. Esta metodologia foi utilizada para todos os modelos estudados e, a partir da linha resultante, calculou-se a precipitação média para cada pressão de serviço e modelo avaliados.

O raio efetivo molhado foi considerado como sendo o alcance que proporcionava um volume de pelo menos 1,25 mL no coletor, o que representa uma intensidade de precipitação de 0,25 mm h⁻¹, conforme sugere a norma ISO 7749/1 (ISO, 1995).

O cálculo da intensidade de precipitação média foi efetuado pela expressão:

$$P = \frac{1000 \times V}{A \times t} \quad (1)$$

em que:

- P - intensidade de precipitação (mm h⁻¹)
- V - volume coletado no coletor (mL)
- A - área do coletor (mm²)
- t - tempo de exposição (h).

Após a determinação das precipitações médias obtidas nos testes, determinou-se o perfil de distribuição de água para cada modelo do miniaspersor estudado. Com os mesmos dados, foram confeccionados os mapas de isoietas e o perfil tridimensional de distribuição para a melhor situação encontrada, através do software Surfer v 6.04.

De acordo com a norma ISO 9260 (ISO, 1991) foram escolhidos, aleatoriamente, 25 emissores de cada modelo do miniaspersor Mamkad, os quais foram submetidos à pressão de serviço de 200 kPa, dentro da faixa de pressão recomendada pelo fabricante, para determinação do coeficiente de variação de fabricação. A vazão do emissor foi determinada pelo método direto, com base na vazão dos 25 emissores e utilizando-se três repetições por emissor. Para o cálculo deste parâmetro utilizou-se a seguinte equação:

$$CVF = \frac{\left[\frac{\sum q_i - n \times q_m}{q_m} \right]^2}{(n-1)} \quad (2)$$

em que:

- CVF - coeficiente de variação de fabricação, em %
- q_i - vazões individuais de cada emissor, em $L\ h^{-1}$
- q_m - vazão média dos emissores, em $L\ h^{-1}$
- n - número de emissores do lote de amostragem.

Com base nas vazões médias obtidas e para cada pressão, ajustaram-se as equações características para cada modelo, conforme Paes (1985):

$$Q = K \times H^n \quad (3)$$

em que:

- Q - vazão, em $L\ h^{-1}$
- H - pressão, em kPa
- K e n- parâmetros de ajuste

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de CUC para o miniaspersor Mamkad operando isoladamente, o diâmetro molhado efetivo médio para cada pressão e modelo (amarelo, azul e preto) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de CUC, diâmetro molhado efetivo e rotação para cada pressão e modelo do miniaspersor Mamkad

Pressão kPa	CUC Médio %			Diâmetro Molhado Efetivo - m		
	Amarelo	Azul	Preto	Amarelo	Azul	Preto
200	45,0	37,2	38,7	14,0	11,3	14,0
250	45,5	27,5	40,4	15,0	12,3	14,7
300	45,9	31,8	36,1	15,3	12,7	14,7
350	35,2	27,9	42,5	15,7	12,7	15,0
400	42,0	24,0	33,1	15,7	13,0	15,7
Média	42,7	29,7	38,2	15,1	12,4	14,8

Nota-se, pela Tabela 1, que as melhores condições de uniformidade de distribuição de água para os miniaspersores Mamkad azul, amarelo e preto, foram obtidas nas pressões de 200, 300 e 350 kPa, respectivamente; o modelo amarelo apresentou maiores valores de CUC, quando comparado com os modelos azul e preto.

Os modelos amarelo, azul e preto apresentaram diâmetro molhado efetivo médios de 15,1, 12,4 e 14,8 m, respectivamente (Tabela 1) superiores aos valores de catálogo, que foram de 14, 12, e 13,4 m, entretanto, os dados de catálogo foram gerados para o emissor operando a 0,25 m de altura, ao contrário dos testes realizados, a 0,70 m de altura em relação ao solo; provavelmente, a altura de instalação do emissor tenha influenciado o alcance do jato.

A Figura 1 mostra o perfil de distribuição de água para os três modelos testados do miniaspersor Mamkad, operando nas pressões de serviço que proporcionaram a melhor uniformidade de distribuição de água. Observa-se que o modelo amarelo apresentou perfil de distribuição de água mais uniforme, enquanto o modelo preto se mostrou bastante irregular. Em condições de campo, esses miniaspersores normalmente trabalham com sobreposição dos jatos de água, permitindo reduzir as distorções do jato e melhorando a uniformidade de

aplicação no CUC, o que depende do espaçamento adotado, além das próprias características do emissor. Rocha & Lima (1996) avaliando o microaspersor Antelco, observaram aumento no CUC, de 22,4%, após simular a sobreposição dos jatos de água.

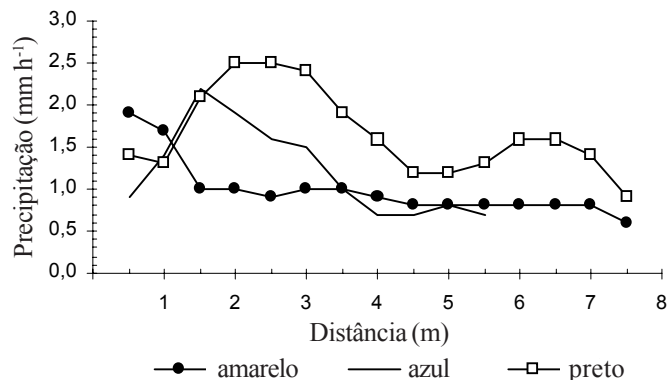


Figura 1. Perfil de distribuição de água do miniaspersor Mamkad para os modelos amarelo, azul e preto, operando nas pressões de 300, 200 e 350 kPa, respectivamente

Pela Figura 2 observam-se as curvas vazão x pressão para os três modelos do miniaspersor Mamkad autocompensantes. Constatou-se aumento na vazão, de 33,2, 30,3 e 25,7%, com o aumento da pressão de serviço (dentro do intervalo recomendado pelo fabricante) para os modelos amarelo, azul e preto, respectivamente, demonstrando que, embora os miniaspersores sejam considerados autocompensantes pelo fabricante, a membrana reguladora de vazão não mantém perfeitamente constante a vazão do emissor. Isto significa que o mesmo não se comporta como emissor perfeitamente autocompensante. Esta variação na vazão foi mais acentuada para o modelo amarelo.

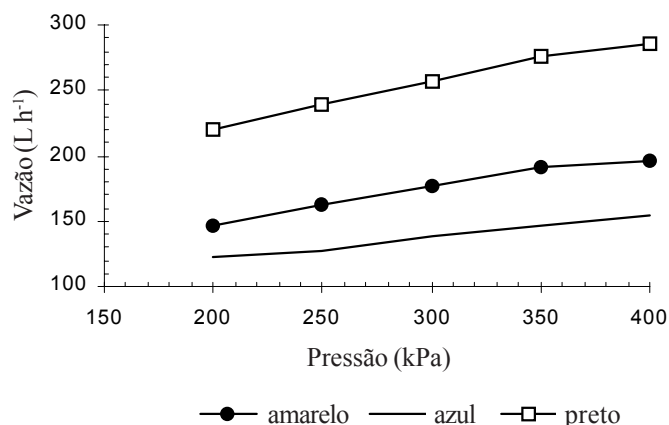


Figura 2. Representação da curva característica do miniaspersor Mamkad autocompensante, para os modelos amarelo, azul e preto

As equações características obtidas para os modelos, a partir dos valores de vazão e pressão, foram:

a) Modelo Amarelo

$$q = 15,1189 \times H^{0,4303} \quad R^2 = 0,9938$$

b) Modelo Azul

$$q = 19,4749 \times H^{0,3443} \quad R^2 = 0,9875$$

c) Modelo Preto

$$q = 27,3314 \times H^{0,3932} \quad R^2 = 0,9980$$

Pelos valores dos expoentes das equações acima, pode-se afirmar que os emissores trabalham em regime de fluxo turbulento (Pizarro, 1996).

O coeficiente de variação de fabricação médio (CVF) para os modelos amarelo, azul e preto, foi de 4,51, 4,83 e 3,49%, respectivamente, sendo considerado como de categoria A pelos padrões de classificação da ISO 9260 (ISO, 1991) uma vez que se encontra abaixo de 5%.

As Figuras 3 e 4 mostram o perfil tridimensional e o mapa das isoietas do miniaspersor Mamkad, modelo amarelo, operando isoladamente. A uniformidade de distribuição em toda a área de aplicação é melhor visualizada pelo gráfico das isoietas, cujo grau de proximidade das linhas indica a variação de precipitação.

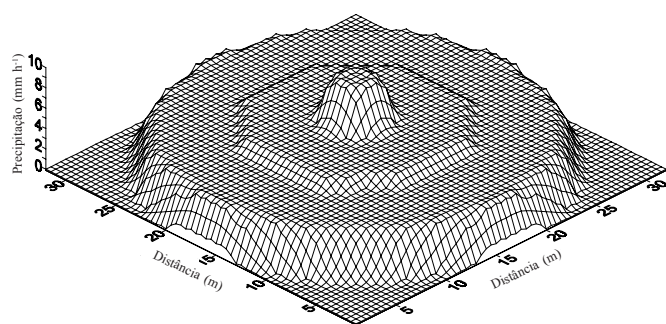


Figura 3. Perfil tridimensional do miniaspersor Mamkad autocompensante, modelo amarelo, operando na pressão de serviço de 300 kPa

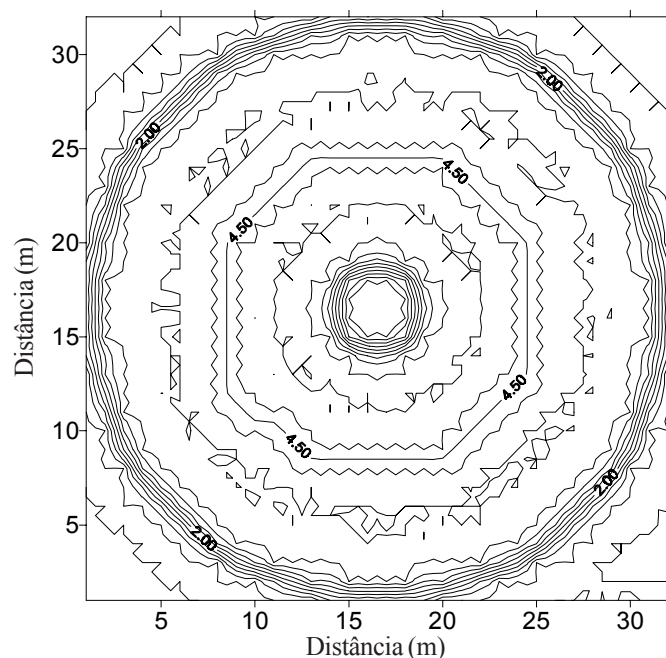


Figura 4. Isoietas do miniaspersor Mamkad autocompensante, modelo amarelo, operando na pressão de serviço de 300 kPa

CONCLUSÕES

1. O modelo amarelo apresentou a melhor uniformidade de distribuição de água, quando comparado aos modelos azul e preto.

2. A vazão dos emissores aumentou em até 33,2%, quando submetidos a acréscimos de pressão dentro do intervalo recomendado pelo fabricante, para condições de autocompensação.

3. O coeficiente de variação de fabricação para os três modelos permite classificá-los na categoria A, uma vez que se encontram abaixo de 5%.

4. Com base nos resultados encontrados, nenhum dos modelos apresentou características que os qualifiquem como perfeitamente autocompensantes.

LITERATURA CITADA

- Armoni, S. Micro-sprinkler irrigation. Kibuts Dan: Dan Sprinkler, 1986. 91p.
- Curtis, L.M.; Powell, A.A.; Tyson, T.W. Microirrigation of peaches in the southeast. Irrigation Journal, New York, v.46, n.2, p.22, May, 1996.
- ISO - International Organization for Standardization. ISO 7719/2. Irrigation equipment - Rotating sprinklers - Part 2: Uniformity of distribution and test methods, Switzerland, 1990. 6p.
- ISO - International Organization for Standardization. ISO 9260/1. Agricultural irrigation equipment - emitters - specification and test methods, Switzerland. 1991. 6p.
- ISO - International Organization for Standardization. ISO 7749/1. Agricultural irrigation equipment - Rotating sprinklers - Part 1: Design and operational requirements, Switzerland. 1995. 12p.
- Kosowski, A.R. Aproveitamento hidroagrícola com ação governamental. In: Simpósio de Irrigação e Agroindústria no Estado de Mato Grosso. Palestra ... Cuiabá, 1997. 31p.
- Li, J.; Kawano, H. Sprinkler rotation nonuniformity and water distribution. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.39, n.6, p.2027-2031, 1996.
- Matos, J.A.; Neto, J.D.; 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.
- Paes, L.A.D. Características hidráulicas dos microaspersores Dantas MA120 e Irtec e das linhas laterais em sistemas de irrigação por microaspersão. Viçosa: UFV, 1985. 85p. Dissertação Mestrado
- Pizarro, F. Riegos localizados de alta frecuencia - goteo - microaspersión - exudación. 3º ed. Madrid: Ed. Mundi, 1996. 513p.
- Rocha, F.A.; Lima, L.A. Características hidráulicas do microaspersor Antelco, modelo RRN30. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25; Congresso Latinoamericano de Ingeniería Agrícola, 2, 1996, Bauru. Anais... Bauru: SBEA/ALIA, 1996. p.229.
- Rodrigues, L.N.; Mello, J.L.P.; Mantovani, E.C.; Ramos, M.M. Coeficientes de uniformidade: sensibilidade a mudanças nos fatores operacionais. Revista IRRIGA, Botucatu, v.2, n.2, p.90-98, 1997.
- Solomon, K. Variability of sprinkler coefficient of uniformity test results. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.22, n.5, p.1078-1086, 1979.
- Villas Boas, M.A. Análise de métodos de amostragem da distribuição espacial de água de aspersores rotativos. Lavras: ESAL, 1994. 121p. Dissertação Mestrado
- Zanini, J.R.; Pavani, L.C.; Tarozzo, M. Avaliação da vazão de um sistema de irrigação por microaspersão em cultura de banana. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27; 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.290-292.