



## AVALIAÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR CANHÃO ASPERSOR COM USO DE MOTORBOMBA E ELETROBOMBA

---

Marcos Antonio Liodorio dos Santos<sup>1</sup>, Samuel Silva<sup>2</sup>, José Dantas Neto<sup>3</sup>, Rodolpho Artur Souza Lima<sup>4</sup>, Pedro Henrique Pinto Ribeiro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Agronomia na UNESP-Botucatu-SP, Brasil, [liodorio@hotmail.com](mailto:liodorio@hotmail.com);

<sup>2</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande;

<sup>3</sup>Prof. Dr. do CTRN, Universidade Federal de Campina Grande;

<sup>4</sup>Mestrando em Agronomia na UNESP – Botucatu – SP;

<sup>5</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande. Brasil.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

---

### RESUMO

A avaliação de sistemas de irrigação é fundamental para o manejo adequado dos eventos de aplicação de água. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a irrigação por aspersão convencional, utilizando canhão aspersor, sob o uso de eletrobomba e conjunto motorbomba para o bombeamento da água. As avaliações foram realizadas em usina agroindustrial de cana-de-açúcar localizada no Estado de Alagoas, em dezembro de 2012. Foi utilizado um canhão aspersor com bocal de 34 mm de diâmetro, de giro completo, no espaçamento de 60 x 60 m. As avaliações foram realizadas em função dos dois sistemas mais utilizados no bombeamento de água da irrigação por aspersão convencional na cana-de-açúcar (eletrobomba e conjunto motorbomba). As medidas e observações constaram de verificar a intensidade de aplicação do aspersor, calcular a uniformidade de distribuição por CUC e a eficiência de aplicação (Ea). Para o bombeamento de água através de eletrobomba, houve diferença considerável de 5,9 mm h<sup>-1</sup> entre a intensidade do aspersor e a lâmina coletada, enquanto que no conjunto motorbomba esse valor foi de 11,9 mm h<sup>-1</sup>. Os valores de CUC através da eletrobomba foi de 67,2% e no conjunto motorbomba foi 17,4%. A Ea foi considerada alta (82,6%) e média (57,6%) para a eletrobomba e motorbomba, respectivamente. O uso de eletrobomba na irrigação por aspersão convencional resulta em maior eficiência e uniformidade de distribuição de água, quando comparado com uso de conjunto motorbomba. No entanto, ao se utilizar este último para o bombeamento de água, o espaçamento entre aspersores deve ser reduzido para 70%.

**PALAVRAS-CHAVE:** uniformidade, eficiência, espaçamento.

# EVALUATION OF SPRINKLER CANNON IRRIGATION WITH USE OF MOTOR-PUMP AND ELECTRIC-PUMP

## ABSTRACT

The evaluation of irrigation systems is essential to the proper management of water application events. This study aimed to evaluate conventional sprinkler irrigation, using sprinkler cannon, under the use of electric-pump and motor-pump for the pumping of water. The evaluations were made in a agroindustrial industry of sugarcane located in the State of Alagoas, in December 2012. We used a sprinkler cannon with nozzle of 34 mm of diameter, complete turn, in the spacing of 60 x 60 m. The evaluations were made according to the two most used systems for water pumping of the conventional sprinkler irrigation on sugarcane (electric-pump and motor-pump). The measurements and observations consisted of checking the application intensity of the sprinkler, calculate the distribution uniformity by CUC and the efficiency of application (Ea). For the water pumping through of electric-pump, there was considerable difference of 5.9 mm h<sup>-1</sup> between the sprinkler intensity and the collected depth, while that in the motor-pump this value was 11.9 mm h<sup>-1</sup>. The values of CUC for the electric-pump were 67.2% and in the motor-pump was 17.4%. The Ea was considered high (82.6%) and average (57.6%) for the electric-pump and motor-pump, respectively. The use of electric-pump in the sprinkler irrigation results in greater efficiency and uniformity of distribution of water, when compared with the use of motor-pump set. However, when using the latter for pumping water, the spacing between sprinklers must be reduced to 70%.

**KEYWORDS:** uniformity, efficiency, spacing.

## INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica utilizada na agricultura que tem por objetivo o fornecimento controlado de água para as plantas em quantidade suficiente e no momento certo. Para se economizar água nos diversos sistemas de irrigação é necessária a aplicação de melhorias no seu manejo na parcela agrícola, em que o sistema de irrigação deve ser avaliado freqüentemente, a fim de determinar sua aplicabilidade em determinadas condições.

A eficiência de irrigação é um conceito largamente utilizado, tanto em projetos quanto no manejo de sistemas de irrigação. De acordo com SOUZA et al., (2006), uma baixa uniformidade de distribuição de água reduz a eficiência de aplicação de água e a produtividade (SEGINER, 1979; CURTIS et al., 1996). Em condições de campo, a melhor técnica de controle consiste em se determinar a eficiência de irrigação e o grau de perdas de eficiência no sistema. Estes, por sua vez, são influenciados por falta de uniformidade na distribuição de água pelos aspersores, perdas de água no sistema de irrigação devido à deriva pelo vento, evaporação, vazamentos e perdas de água ocorridas no próprio solo em função da evaporação, percolação profunda e escoamento superficial (MATEOS, 1998; NASCIMENTO et al., 2009). Sistemas com menores eficiências exigem maiores quantidades de água para assegurar que a lâmina hídrica necessária seja distribuída por toda a área e

para compensar as perdas, desperdiçando mais água e energia.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a irrigação por aspersão convencional, utilizando canhão aspersor, sob o uso de eletrobomba e conjunto motorbomba para o bombeamento da água.

## MATERIAL E METODOS

As avaliações foram realizadas em usina agroindustrial de cana-de-açúcar situada no litoral sul do Estado de Alagoas, durante o mês de dezembro de 2012. Foi utilizado um canhão aspersor com bocal de 34 mm de diâmetro, ângulo de giro de 360°, pressão de serviço 4 Kgf cm<sup>-2</sup>, vazão nominal de 95 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e raio de alcance de 53 m. As avaliações foram realizadas em função dos dois sistemas mais utilizados no bombeamento de água da irrigação por aspersão convencional na cana-de-açúcar. O primeiro foi constituído de uma eletrobomba com vazão máxima de 120 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, potência de 100 CV e rotação máxima de 3.000 rpm. O segundo constituiu de um conjunto motorbomba com vazão máxima de 500 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, potência de 300 CV, rotação máxima de 1.500 rpm e consumo médio de 1,5 L de diesel por hora.

As medidas e observações constaram de: caracterizar o modelo do aspersor e suas especificações; verificar a intensidade de aplicação do aspersor (*I<sub>a</sub>*); observar a lâmina coletada; medir a velocidade do vento durante as avaliações através de um anemômetro digital; observar a uniformidade de distribuição por CUC; definir as perdas por evaporação e arraste pelo vento e observar a eficiência de aplicação (*E<sub>a</sub>*). A lâmina foi coletada através de 64 coletores com diâmetro de 36 cm, espaçados entre si por 15 m e distribuídos ao redor do aspersor em função do seu raio de alcance durante 26 minutos, com três repetições. O espaçamento entre aspersores e linhas considerado na sobreposição foi de 60 x 60 m, pois é o mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar irrigada por aspersão convencional.

Para o cálculo da Intensidade de aplicação foram utilizadas as seguintes equações:

Intensidade de aplicação do aspersor:

$$Ia_{medida} = q_{med} / E \times E' \quad (1)$$

Em que *I<sub>a<sub>medida</sub></sub>*

 é a lâmina aplicada pelo aspersor, em mm h<sup>-1</sup>; *q<sub>med</sub>* é a vazão medida pelo fabricante no bocal do aspersor, em L h<sup>-1</sup>; *E* é o espaçamento entre linhas, em m; e *E'* é o espaçamento entre aspersores, em m.

Intensidade de aplicação coletada:

$$Ia_{coletada} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (2)$$

Em que *I<sub>a<sub>coletada</sub></sub>*

 é a lâmina que se coletou do aspersor, em mm h<sup>-1</sup>; *L<sub>i</sub>* é a lâmina de cada coletor, em mm h<sup>-1</sup>; e *n* é o número de coletores.

As perdas por evaporação e arraste pelo vento foram calculadas da seguinte forma:

$$P_{Ev+Arraste} = 100 \times (Ia_{medida} - Ia_{coletada}) / Ia_{medida} \quad (3)$$

Para o cálculo da uniformidade de distribuição foi utilizado o Coeficiente de

Christiansen, o qual adota o desvio médio como medida de dispersão, conforme a Equação 4:

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_m|}{nq_m} \right) \quad (4)$$

Em que  $CUC$  é coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;  $q_i$  é vazão de cada gotejador, em  $L h^{-1}$ ;  $q_m$  é vazão média dos gotejadores, em  $L h^{-1}$ ; e  $n$  é o número de observações.

A eficiência de aplicação ( $Ea$ ) do sistema foi calculada por duas metodologias:

1ª Metodologia:

$$Ea = CUC \times (1 - P_{Ev+Arraste}) \quad (5)$$

2ª Metodologia:

$$Ea = 100 \times (L\hat{a} \min a_{coletada} / I_{a_{medida}}) \quad (6)$$

A Tabela 1 apresenta os intervalos para a classificação de uniformidade e eficiência de acordo com os valores que podem ser obtidos na avaliação de campo.

**TABELA 01.** Classificação da uniformidade e eficiência da irrigação por aspersão.

CLASSIFICAÇÃO	GRAU
Alta	75 - 95%
Média	55-75%
Baixa	<55%

Fonte: MANTOVANI et al., (2009)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os parâmetros de sobreposição avaliados na aplicação de água pelo canhão aspersor em função dos dois sistemas de bombeamento. Pode-se observar que, para o bombeamento de água através de eletrobomba, houve diferença considerável de  $5,9 \text{ mm h}^{-1}$  entre a intensidade do aspersor ( $I_{a_{medida}}$ ) e a lâmina coletada ( $I_{a_{coletada}}$ ), enquanto que no conjunto motorbomba esse valor foi de  $11,9 \text{ mm h}^{-1}$ . Essa diferença na eletrobomba e motorbomba corresponde a 17,4% e 42,3%, respectivamente, da  $I_{a_{medida}}$  e foi considerada como perda por evaporação e arraste pelo vento ( $P_{Ev+Arraste}$ ), o qual durante a avaliação da eletrobomba foi em média  $5,4 \text{ m s}^{-1}$  e na avaliação do motorbomba foi em torno de  $3,4 \text{ m s}^{-1}$ .

**TABELA 2.** Parâmetros de sobreposição avaliados na irrigação por aspersão em função de dois sistemas de bombeamentos.

Parâmetros utilizados para avaliação	Valores para aspersão via 2 tipos bombeamento	
	Eletrobomba	Motorbomba
$I_{a_{medida}}$ (mm h <sup>-1</sup> )	33,82	28,1
$I_{a_{coletada}}$ (mm h <sup>-1</sup> )	27,9 ± 12,6	16,2 ± 14,7
$P_{Ev+Arraste}$ (%)	17,4	42,4
CUC (%)	67,2	17,4
Ea 1ª met. (%)	55,5	10,0
Ea 2ª met. (%)	82,6	57,6

A uniformidade de distribuição de água (CUC) bombeada pela eletrobomba foi de 67,2% e no conjunto motorbomba foi 17,4%, classificada como média e baixa, respectivamente, conforme MANTOVANI et al., (2009). Estes valores estão abaixo do limite recomendado por MERRIAN & KELLER (1978), os quais diziam que valores de CUC recomendáveis para a irrigação de culturas de alto valor econômico, com sistema radicular pouco profundo, devem ser superiores a 88%. Essa baixa uniformidade pode ser atribuída ao espaçamento considerado na sobreposição, o qual foi de 60 m e com isso, em muitos coletores a lâmina foi zero. Como a eficiência calculada com a 1ª metodologia usa o CUC, essa também foi média (55,5%) e baixa (10%) com o uso de eletrobomba e motorbomba, respectivamente.

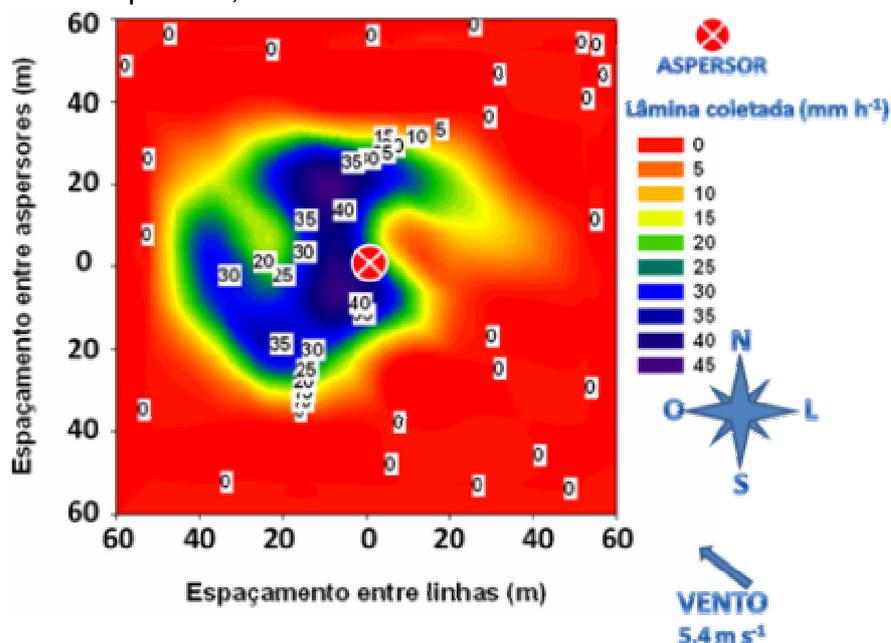
A segunda foi considerada alta (82,6%) e média (57,6%) para a eletrobomba e motorbomba, respectivamente, pois representa apenas a diferença entre a  $I_{a_{medida}}$  e a  $I_{a_{coletada}}$ , a qual foi mascarada pelo efeito do arraste do vento na sobreposição, em que a deriva do aspersor do lado direito complementa a lâmina do aspersor do lado esquerdo, fazendo com que a lâmina de sobreposição seja maior no lado direito.

SARMENTO et al., (2012), testando um canhão aspersor com bocal de 39 mm e espaçamento de 48 x 48 m, obteve CUC de 90,35%. QUEIROZ et al., (2012), ao avaliarem um aspersor convencional com ângulo de giro de 360° encontraram CUC 83,20% que se classifica na faixa de bom, ou seja, apresenta uma boa uniformidade para um sistema de aspersão. SOUZA et al., (2008), avaliando a uniformidade e eficiência de aspersores convencionais, mediram CUC de 77,9% e Ea de 77%, em que a irrigação se mostrou deficitária.

A Figura 1 representa a distribuição de água na área experimental pelo aspersor funcionando com a eletrobomba, em que se observa a variação da intensidade das lâminas coletadas e se tem a noção dos parâmetros que os coeficientes de uniformidade devem representar. À medida que se observa a distribuição de água em direção ao Noroeste, há certo aumento de vazão nos coletores. Assim, teoricamente, enquanto uma fração de área é irrigada em excesso, em outra ocorre o déficit de água.

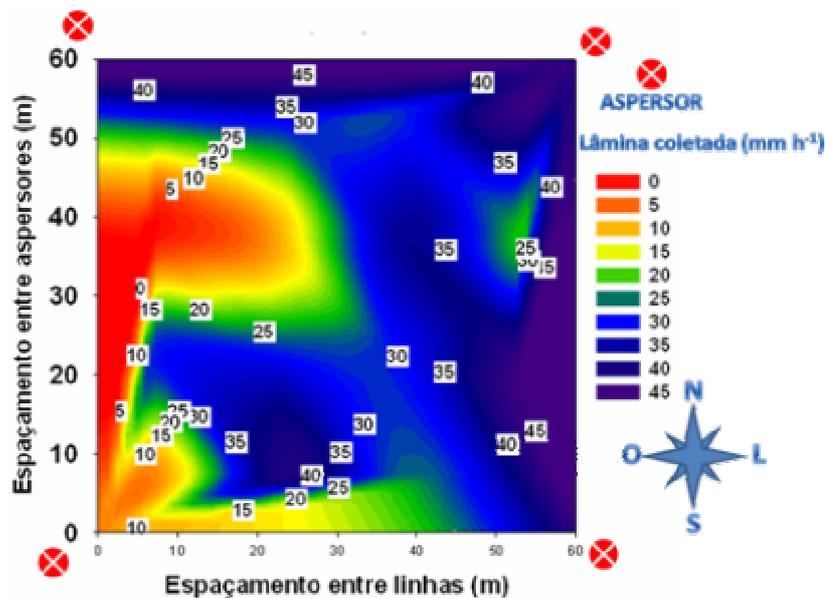
Essa diferença ocorreu devido às perdas causadas pelo efeito climático, pois de acordo com MANTOVANI et al., (2009), nos sistemas de irrigação por aspersão, a análise das perdas de água durante a sua aplicação refere-se à evaporação direta e ao arrastamento pelo vento da água aspergida (deriva). Assim, a sistematização de avaliações periódicas nos equipamentos de irrigação auxilia a tomada de decisão quanto a melhorias a serem realizadas no mesmo e quanto ao manejo da irrigação em determinadas horas do dia nas mais variadas regiões. Pode-se observar que o

raio do aspersor não atinge os 60 m utilizados em campo pela usina, e com isso, há áreas em que a irrigação não é realizada. Apesar de ser visto a olho nu em campo que o raio na direção do vento atinge 60 m, os coletores a essa distância não receberam água. Isso ocorre porque quando a deriva pelo vento passa nessa parte da área, apenas algumas gotículas de água atingem o solo, o qual parece ter recebido a lâmina aplicada, mas na verdade isso não ocorreu.



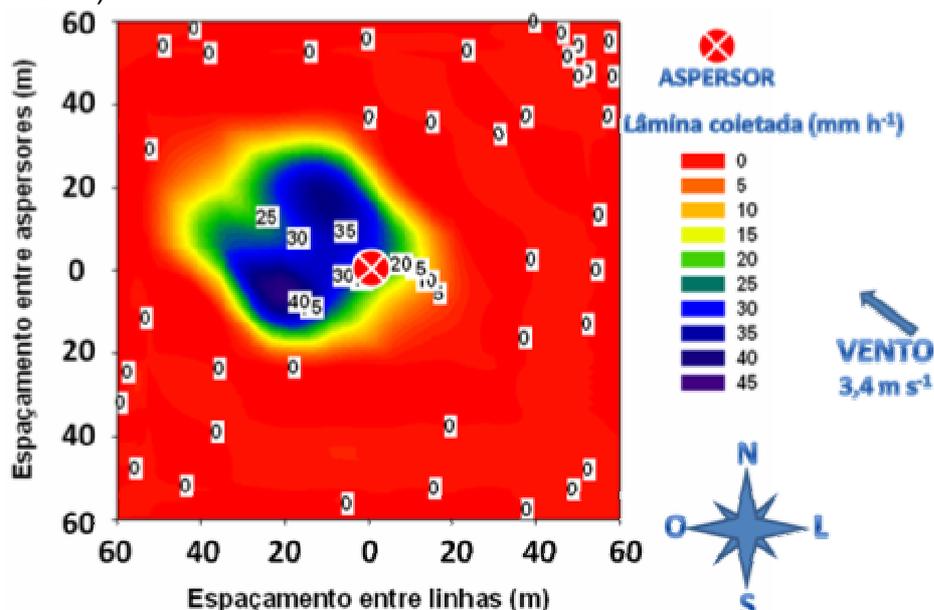
**FIGURA 1.** Distribuição de água na área pelo aspersor com uso de eletrobomba, em  $\text{mm h}^{-1}$ .

A Figura 2 mostra a lâmina de sobreposição do aspersor funcionando com a eletrobomba, em que é possível observar que a lâmina não foi aplicada uniformemente em toda a área. Apesar da Figura 2 mostrar que a direção do vento é no sentido Noroeste, a lâmina de sobreposição se concentrou no sentido Nordeste, pois como o vento causou arraste da lâmina no sentido Noroeste e o jato d'água do aspersor não atingiu os 60 m, ao se fazer a sobreposição a água ficou concentrada no lado direito da área.



**FIGURA 2.** Sobreposição da lâmina do aspersor com uso de eletrobomba, em  $\text{mm h}^{-1}$ .

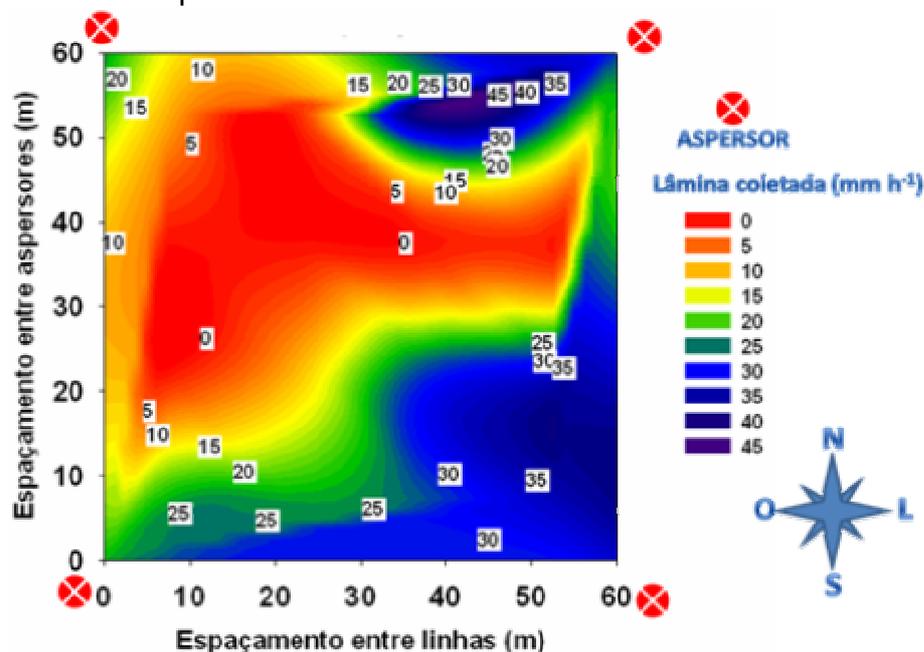
Assim como na aplicação de água com uso de eletrobomba, a água aplicada pelo aspersor com uso de conjunto motorbomba também não atingiu o raio de 60 m (Figura 3). No entanto, a área molhada por esta última foi bem menor quando comparada com a primeira. Isso pode ter ocorrido devido à menor velocidade de rotação do conjunto motorbomba, que diminuiu a vazão do aspersor e, conseqüentemente, sua intensidade de aplicação e raio de alcance. Neste caso, o espaçamento deve ser reduzido para, em média, 42 m (equivalente a 7 tubos de 6 m de comprimento).



**FIGURA 3.** Distribuição de água na área pelo aspersor com conjunto motorbomba, em  $\text{mm h}^{-1}$ .

A lâmina de sobreposição do aspersor funcionando com o conjunto motorbomba foi prejudicada, devido ao espaçamento muito grande entre aspersores,

pois além de ser drasticamente reduzida, foi bastante desuniforme (Figura 4). Assim, para se aumentar a eficiência da irrigação por aspersão convencional com uso de conjunto motorbomba em cultivos de cana-de-açúcar, deve-se reduzir o espaçamento entre aspersores.



**FIGURA 4.** Sobreposição da lâmina do aspersor com uso de motorbomba, em  $\text{mm h}^{-1}$ .

## CONCLUSÕES

O uso de eletrobomba na irrigação por aspersão convencional resulta em maior eficiência e uniformidade de distribuição de água, quando comparado com uso de conjunto motorbomba. No entanto, ao se utilizar este último para o bombeamento de água, o espaçamento entre aspersores deve ser reduzido para 70%.

## REFERÊNCIAS

- CURTIS, L.M.; Powell, A.A.; Tyson, T.W. Microirrigation of peaches in the southeast California. **Irrigation Journal**, New York, v.46, n.2, p.22-26, 1996.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 301p.
- MATEOS, L. Assessing whole-field uniformity of stationary sprinkler irrigation systems. **Irrigation Science**, New York, v.18, n. 2, p.73-81, 1998.
- MERRIAN, J.L.; KELLER, J. **Irrigation System Evaluation. A Guide for Management**. Logan:Utah State University, 1978. 271 p.
- NASCIMENTO, A. K. S.; SOUZA, R. O. R. M.; LIMA, S. C. R. V.; CARVALHO, L. M.; ROCHA, B. M.; LEITE, K. N. Desempenho hidráulico e manejo da irrigação em

sistema irrigado por microaspersão. **Rev. Bras. Agric. Irrigada**, v.3., n., p.39-45 2009.

QUEIROZ, W. M.; SIMEÃO, M.; SANTOS, A. R. B.; MOUSINHO, F. E. P. Uniformidade de distribuição de água em um sistema de irrigação com o uso de aspersores setoriais. IN: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, I, **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2012, protocolo 441.

SARMENTO, P. L. V. S.; ROCHA, A. E. Q.; SILVA, S.; SANTOS, M. A. L.; ASSIS, D. A.; LYRA, G. B. UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA COM ASPERSOR DO TIPO CANHÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR. IN: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, I, **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2012, protocolo 424.

SEGINER, I. Irrigation uniformity related to horizontal extent of root zone. **Irrigation Science**, Berlin, v.1, p.89-96, 1979.

SOUZA, E. A. M.; SOUZA, P. C.; BOAS, A. V. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por aspersão convencional fixo e gotejamento em vila rural. **Irriga**, v.13, n.1, p.47-62, janeiro-março, 2008.

SOUZA, L. O. C.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; FREITAS, P. S. L. Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.10, n.3, p.541-548, 2006.