



## UNIFORMIDADE DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DO SORGO SACARINO

P. C. Silva<sup>1</sup>, L. F. Gomes<sup>2</sup>, B. C. dos Santos<sup>3</sup>, G. de Camargo<sup>4</sup>, J. A. Geronutti<sup>5</sup>,  
P. R. Giongo<sup>6</sup>

**RESUMO:** A uniformidade dos sistemas de irrigação influencia diretamente o manejo, a qualidade, a eficiência, o custo, assim como o desempenho da cultura no campo. Uma baixa uniformidade de distribuição de água faz com que determinadas plantas irrigadas recebam mais água do que outras, resultando em um desenvolvimento desuniforme dentro da cultura. Objetivou-se avaliar a uniformidade através de dois coeficientes e a eficiência de aplicação de água em sistema de irrigação por gotejamento na cultura do sorgo sacarino. O ensaio foi realizado em condições de campo sob cultivo de sorgo sacarino e para as determinações empregou-se metodologia com 16 pontos e a variação da pressão foi determinada por manômetros digitais, instalados no início e no final do sistema. Foram realizadas avaliações em 5 áreas, com 4 repetições cada, e com a vazão média das repetições dos pontos de coleta, calculou-se o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), coeficiente de Christiansen (CUC) e a eficiência de aplicação (EA). Os valores encontrados de CUC, CUD e EA mostraram que o sistema encontra-se em excelente estado de aplicação de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação localizada, coeficientes, eficiência de aplicação de água.

## UNIFORMITY OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN THE SORGHUM SACCHARINE CROP

**ABSTRACT:** The uniformity of irrigation system influences management, quality, efficiency, cost, as well as crop performance directly in the field. A low uniformity of water distribution causes certain irrigated plants to receive more water than others, resulting in uneven development within the crop. The objective of this study was to evaluate the uniformity by two

<sup>1</sup> Doutoranda Unesp/Botucatu em Irrigação/Drenagem, e docente do curso de Engenharia Agrícola da UEG- Campus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. E-mail: patypcs@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Mestrando em Agronomia, IF – GO. E-mail: luizfernandoz4@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Graduando em Agronomia, UEG – Campus Ipameri, Ipameri – GO. E-mail: brennershego@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, UEG – Campus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. E-mail: gabrieladecamargo\_@outlook.com

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, UEG – Campus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. E-mail: jessicageronutti@hotmail.com

<sup>6</sup> Doutor, docente do curso de Engenharia Agrícola da UEG- Câmpus Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás – GO. E-mail: pedro.giongo@ueg.br.

coefficients and the efficiency of water application in a drip irrigation system in saccharine sorghum. The assay was performed under field conditions under sorghum cultivation and, for determinations, a methodology with 16 points was used and pressure variation was determined by digital manometers, installed at the beginning and at the end of the system. The evaluation of the distribution coefficient (CUD), the Christiansen coefficient (CUC) and the application efficiency (EA) were performed in 5 areas, with 4 replicates each. The values of CUC, CUD and EA showed that the system is in excellent state of water application.

**KEYWORDS:** localized irrigation, coefficients, water application efficiency.

## INTRODUÇÃO

A irrigação na agricultura não deve ser entendida apenas como um mecanismo artificial para melhorar as condições de umidade de solo visando um aumento da produção agrícola, mas como um conjunto de operações que visa atender as necessidades hídricas das plantas (HERNANDES, 2004). Um déficit hídrico na produção do sorgo sacarino causa uma redução na produtividade de grãos, redução na área foliar e rendimento de caldo (ZWIRTES et al., 2015). Isso evidencia que a uniformidade de aplicação tem impacto na eficiência da irrigação, a qual se caracteriza por fornecer quantidade de água necessária ao desenvolvimento e ao rendimento de determinada cultura de modo que nenhuma planta receba mais água que a outra.

A uniformidade de distribuição tem influência direta no desempenho das culturas, pois, uma baixa uniformidade de distribuição de água faz com que algumas plantas irrigadas recebam mais água e nutrientes do que outras, resultando em uma desuniformidade dentro da lavoura (SANTOS et al., 2015). Porém muitos produtores desprezam esta tarefa de avaliar o sistema mesmo quando possuem tecnologia e conhecimento (SILVA & SILVA, 2005).

A uniformidade de aplicação de água, em sistemas de irrigação por gotejamento, pode ser expressa por vários coeficientes, destacando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (BERNARDO, 2006; KELLER & KARMEELLI, 1975).

Os parâmetros para avaliar um sistema de irrigação, foram estabelecidos por Merriam e Keller (1978). Segundo esses autores, valores dos coeficientes CUD e CUC (CHRISTIANSEN, 1942) superiores a 90% são considerados excelentes, entre 80% e 90% são tidos como bons, entre 70% e 80% como regulares e menores que 70% são considerados ruins.

Para que a irrigação se torne mais eficiente é necessário que os sistemas apresentem um alto índice de uniformidade de aplicação da água, já que, uma vez implantado o projeto de irrigação, seguindo as recomendações do fabricante, é preciso confirmar as características do sistema em campo, avaliando-se vazão, uniformidade de distribuição de água e eficiência de irrigação. Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a uniformidade e eficiência de aplicação de um sistema de irrigação por gotejamento sob o cultivo com sorgo sacarino, nas condições edafoclimáticas do município de Santa Helena de Goiás (GO).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo na cultura do sorgo sacarino instalada na área experimental da Universidade Estadual de Goiás Câmpus de Santa Helena de Goiás (18°03' S, 050°35' W e 572 m de altitude), em um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O clima do município, de acordo com classificação climática de Köppen, é tropical temperado.

O sistema de irrigação por gotejamento foi instalado na área após o preparo e correção da acidez, com a finalidade de que após o plantio não ocorresse quaisquer riscos de déficit hídrico às plantas de sorgo sacarino. Este sistema foi composto por fitas gotejadoras de 16 mm de diâmetro e espessura de 200 microns, cujas linhas laterais apresentavam 36 metros de comprimento. Os emissores presentes foram do tipo autocompensantes do tipo *in line* espaçados de 0,20 metros entre emissores e 0,70 metros entre linhas, com uma linha de irrigação por fileira de plantas. A vazão nominal de cada emissor de acordo com especificações do fabricante era de 1,5 L h<sup>-1</sup> (litros por hora), e a pressão de serviço de 10 mca (metros coluna de água). Esta pressão foi monitorada através de manômetros instalados na tubulação da linha principal e nas linhas laterais.

Para avaliação deste trabalho utilizou-se coletores em cada emissor para determinar as vazões as quais, foram medidas em provetas. O tempo de coleta foi fixado em três minutos, utilizando-se cronômetros com precisão de 0,01 segundos, e as vazões foram convertidas para litros por hora utilizando-se a Equação 1. Nesta determinação seguiu-se a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), com 16 pontos e em cada bloco (5) efetuou-se o teste de uniformidade com 4 repetições. As linhas laterais selecionadas, ao longo da linha de derivação, foram a primeira, as situadas a 1/3 e 2/3 do comprimento e a última linha lateral.

$$Q = \frac{V \div 1000}{T \div 60} \quad (1)$$

Em que,

Q - vazão, L h<sup>-1</sup>.

V - volume coletado, mL.

T - tempo de coleta, min.

A uniformidade com que uma subunidade de irrigação localizada distribui a água foi avaliada mediante o Coeficiente de Uniformidade (CUD), o qual se baseou na metodologia apresentada por Merriam e Keller (1978), em cada lateral selecionou-se quatro emissores seguindo o mesmo critério, no total foram selecionados 16 pontos de coleta, constituídos por 16 emissores, um em cada ponto.

Com os valores das vazões coletadas foram calculados índices de uniformidades: coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade Christiansen (1942) (CUC); eficiência de aplicação (EA). O CUD foi calculado pela divisão entre a média de 25% das menores vazões pela média de todas as vazões observadas (Equação 2).

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{q_a} * 100 \quad (2)$$

Em que,

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, %.

q<sub>25%</sub> - média dos 25% menores valores de vazão observados, L h<sup>-1</sup>.

q<sub>a</sub> - média de todos os valores de vazão observados, L h<sup>-1</sup>.

O CUC foi calculado aplicando-se a Equação 3:

$$CUC = 100 * \frac{\left(1 - \sum_{i=1}^n |q_i - q_a|\right)}{n * q_a} \quad (3)$$

Em que,

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %.

q<sub>i</sub> - vazão de cada emissor, L h<sup>-1</sup>.

q<sub>a</sub> - vazão média dos emissores, L h<sup>-1</sup>.

n - número de emissores.

A eficiência de aplicação foi obtida a partir da Equação 4:

$$EA = K_s * CUD \quad (4)$$

Em que,

EA - eficiência de aplicação.

$K_s$  - coeficiente de transmissividade, utilizou-se o valor de 0,9.

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se as vazões dos gotejadores distribuídos ao longo de cada linha lateral avaliada (inicial, 1/3, 2/3, final), observa-se que as vazões médias se encontram acima do especificado pelo o fabricante que é de 1,50 L h<sup>-1</sup> sendo assim, a aplicação de água encontra-se acima do recomendado. Verificou-se que na linha inicial os gotejadores localizados a 2/3 do início do comprimento bem como o último gotejador, apresentaram menores vazões (1,55 e 1,58 L h<sup>-1</sup>), porém esses valores encontram-se acima do especificado. Mesmo fato ocorreu com os gotejadores localizados a 1/3 do início, das linhas localizadas a 1/3 e 2/3 do comprimento da área.

**Tabela 1-** Valores da determinação de vazão (q) das linhas gotejadoras, para determinação dos Coeficientes e Eficiência para a cultura do sorgo sacarino.

Posição das linhas	Posição dos gotejadores				Vazão média
	q (L h <sup>-1</sup> )				
	Primeiro	1/3 do início	2/3 do início	Último	
Inicial	1,62	1,60	1,55	1,58	1,59
1/3 do comprimento	1,64	1,58	1,60	1,62	1,61
2/3 do comprimento	1,64	1,56	1,66	1,63	1,62
Final	1,66	1,61	1,72	1,69	1,67

A análise dos coeficientes é fundamental para avaliar o desempenho de quaisquer sistemas de irrigação (SANTOS et al., 2013; RODRIGUES et al., 2013). Os resultados dos coeficientes CUC, CUD, eficiência EA encontram-se na Tabela 2. Observa-se pela mesma Tabela que o CUC apresentou um valor de 93,60%, este valor segundo Bernardo et al. (2009) está classificado como excelente pois, é superior a 90% sendo que o valor mínimo aceitável é de 80% em sistema de irrigação localizada por gotejamento.

O valor médio do CUD do sistema de irrigação avaliado em campo foi de 96,62% e encontra-se classificado como excelente segundo classificação proposta por Keller e Karmeli

(1974) e Bralts (1986), a qual especifica como tal valores de CUD superiores a 90% (VALNIR JÚNIOR et al., 2012). Segundo a metodologia proposta por Merriam e Keller (1978), com apresentação dos critérios, nos quais: > 90% excelente; entre 80% e 90% bom; 70% e 80% regular; e menor que 70% ruim, o sistema avaliado em campo também se encontra em excelente estado de distribuição da aplicação de água.

Vale ressaltar que o CUC é um índice que faz uso do desvio médio absoluto, para expressar a dispersão das lâminas (REZENDE et al., 2002), por tanto, no presente trabalho notou-se que não ocorreu dispersão da lâmina de irrigação aplicada. De acordo Puig-Bargues et al. (2005), quanto maior o valor do CUC, menor é a lâmina de irrigação necessária para alcançar produtividade máxima. Ensaios realizados por Szekut et al. (2012), em gotejamento com duas metodologias de amostragem: Keller e Karmelli (1975) com 16 pontos e Deniculi (1980), com 32 pontos, apresentaram valores do CUC e do CUD superiores a 80%, com isso o sistema foi classificado como bom.

A EA apresentou valor médio de 86,96% de eficiência valor considerado como bom, uma vez que segundo Bernardo e Mantovani (2009) deve estar entre 90 a 95%. Souza et al. (2008) avaliaram sistemas de irrigação localizada por gotejamento na cultura do café e encontram uma eficiência de 100%. Já Keller e Bliesner (1990) consideraram como satisfatório valor de EA em torno de 80%, considerando que mesmo em um sistema de irrigação bem manejado podem ocorrer perdas por percolação profunda de até 10%.

**Tabela 2-** Valores dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Eficiência de Aplicação (EA) de um sistema de irrigação por gotejamento a classificação dos mesmos.

<b>Gotejamento</b>	<b>CUC (%)</b>	<b>CUD (%)</b>	<b>Ea (%)</b>	<b>Classificação</b>
	93,60	96,62	86,96	Excelente

## CONCLUSÕES

O sistema apresentou coeficiente de uniformidade superior ao recomendado para sistemas de irrigação localizada, que é de 90%. Os valores encontrados de CUC, CUD e EA mostraram que o sistema se encontra em excelente estado de aplicação de água. A vazão real aplicada em cada linha estudada foi superior à vazão especificada pelo fabricante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRALTS, V. F. **Field performance and evaluation**. In: Nakayama, F.S.; Bucks, D. A. (ed.) Trickle irrigation for crop production. Development in Agricultural Engineering, 9. Amsterdam: Elsevier, 1986, 216-240.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, C. **Manual de irrigação**, edição: 8ª. Editora: UFV, 2ª reimpressão. Viçosa, MG, 2009, 625p.

CHRISTIANSEN, E.J. **Irrigation by sprinkler**. Berkeley: University of California, 1942.

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, v. 27, n. 50, p. 155-162, 1980.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação**, 2004. Disponível em <http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>. Acesso em 17 de Junho 2017.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, 1974, 17, 4, 678-684.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation desing**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975.

KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 649p. 1990.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan; Utah State University, 1978, 271p.

PUIG-BARGUES, J.; ARBAT, G.; BARRAGAN, J.; RAMIREZ DE CARTAGENA, F. Hydraulic performance of drip irrigation subunits using WWTP effluents. **Agriculture Water Managemente**, v. 77, n. 1-3, p. 249-262, 2005.

REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A.; TORMENA, C. A.; BERTONHA, A. Influência da aplicação de água na uniformidade da umidade no perfil do solo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1553-1559, 2002.

RODRIGUES, R. R.; COLA, M. P. A.; NAZÁRIO, A. A.; AZEVEDO, J. M. G. DE; REIS, E. F. DOS. Eficiência e uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Ambiência**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 323-334, 2013.

SANTOS, M. A. dos L.; SANTOS, D. P. dos; SILVA, D. S.; SILVA, M dos S.; CAVALCANTE, P. H. S. Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de

irrigação por gotejamento em Inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.). **Ciências Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 7-13, 2015.

SANTOS, M. A. L.; SILVA, S. DANTAS NETO, J.; LIMA, R. A. S.; RIBEIRO, P. H. P. Avaliação por canhão aspersos com uso de motobomba e eletrobomba. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 367-375, 2013.

SILVA, C. A. DA; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Garça, v. 8, n.8 p. 17, 2005.

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

SZEKUT, F. D.; KLEIN, M. R.; REIS, C. F.; SUSZEK, F. L.; VILAS BOAS, M. A. **Uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento destinado à agricultura familiar**. I Inovagri, Fortaleza, CE. 2012.

VALNIR JÚNIOR, M.; SOUSA, L. S. de; CARVALHO, C. M. de; RAMOS, M. J. B.; LUNA, N. DE S.; ARAÚJO, O. P. **Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento gravitacional em campo com a cultura da abóbora**. I Inovagri, Fortaleza, CE. 2012.

ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNG, J.; REIMANN, G. K.; Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 676-688, 2015.