

## UNIFORMIDADE E EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DO GRÃO-DE-BICO

Adriana Rodolfo da Costa<sup>1</sup>, Patrícia Costa Silva<sup>2</sup>, Ludimila Vieira Lins<sup>3</sup>,  
Darlene de Matos Santos<sup>3</sup>, Luiz Otávio da Silva Vieira<sup>3</sup>, Luiz Eduardo da Silva Faria<sup>3</sup>

**RESUMO:** A uniformidade de um sistema de irrigação exerce influência no manejo, na eficiência e no desempenho da cultura no campo bem como no custo da irrigação. Logo, a avaliação do sistema permite conhecer a qualidade e quantidade com que a irrigação está sendo realizada a partir de coeficientes que apontam a variabilidade. O objetivo do estudo foi avaliar a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação em um sistema de irrigação por gotejamento em cultivo de grão-de-bico. O ensaio foi realizado em casa de vegetação e para as determinações empregou-se metodologia com 16 pontos e o monitoramento da pressão foi determinada por manômetro instalado no sistema. Foram avaliadas as uniformidades de distribuição de água nas subunidades de irrigação por gotejamento, e para isto utilizou-se coletores em cada emissor para determinar a vazão, conforme metodologia proposta. Após coleta dos dados, estimaram-se os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC); coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD); eficiência de aplicação (Ea). Os valores encontrados de CUC, CUD e EA demonstraram que o sistema está em excelente estado de aplicação de água. A vazão real aplicada em cada linha estudada foi superior à vazão especificada pelo fabricante.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação localizada, eficiência de aplicação, manejo de irrigação

## UNIFORMITY AND EFFICIENCY OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM IN CHICKPEA CROP

<sup>1</sup> Doutora em Agronomia, Docente do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Santa Helena de Goiás, Endereço: Via Protestato Joaquim Bueno, 945 - Perímetro Urbano, Santa Helena de Goiás - GO, 75920-000, Fone: +55 64 3641-3053, Email: adriana.costa@ueg.br

<sup>2</sup> Doutora em Irrigação e Drenagem, Docente do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Santa Helena de Goiás, Email: patricia.costa@ueg.br

<sup>3</sup> Discente do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Santa Helena de Goiás, Email: ludimilavieiralins12@gmail.com; darlenematos99@gmail.com

**ABSTRACT:** The uniformity of an irrigation system influences crop management, efficiency and performance in the field as well as the cost of irrigation. Thus, the evaluation of the system allows to know the quality and quantity with which the irrigation is being performed from coefficients that point the variability. The aim of this study was to evaluate the uniformity of water distribution and application efficiency in a drip irrigation system in chickpea cultivation. The test was performed in a greenhouse and 16 point methodology was used for determinations and pressure monitoring was determined by a pressure gauge installed in the system. The uniformities of water distribution in the drip irrigation subunits were evaluated, and for this, collectors were used in each emitter to determine the flow, according to the proposed methodology. After data collection, the Christiansen uniformity coefficients (CUC) were estimated; uniformity of distribution coefficient (UDC); application efficiency (AE). The values of CUC, UDC and AE showed that the system is in excellent condition of water application. The actual flow rate applied in each line studied was higher than the flow rate specified by the manufacturer.

**KEYWORDS:** localized irrigation, application efficiency, irrigation management

## INTRODUÇÃO

O grão-de-bico situa-se em segundo lugar na lista das leguminosas mais produzidas para fins alimentares no mundo (Artiaga et al., 2015). Segundo a FAO (2017), apresenta uma área mundial cultivada de 14,8 milhões de hectares, produção de 14,2 milhões de toneladas e produtividade média de 0,96 t ha<sup>-1</sup>. No Brasil, a produção dessa leguminosa é incipiente e não atende à demanda interna de consumo, sendo necessária a importação de grande volume de grãos (Avelar et al., 2018a). Até 2010, o cultivo do grão-de-bico não havia área produtiva no país, e a partir de 2015, o cultivo começou a ser difundido pois o comércio exterior tornou-se atraente para os produtores (Avelar et al., 2018b).

Características favoráveis conferem ao grão de bico alta rusticidade, incluindo baixa incidência de pragas e doenças e maior tolerância ao déficit hídrico, adaptando-se bem em climas secos e amenos (Braga et al., 1997). Apesar de ser considerada típica de climas frios, adapta-se muito bem a regiões tropicais, apresentando bom desenvolvimento e boa produtividade (Hoskem et al., 2017).

De acordo com trabalhos já realizados, os melhores tempos de plantio em zonas de clima temperado estão na primavera, enquanto que o melhor período de semeadura em

regiões tropicais está no inverno (Rao et al., 2010), sendo por isso, muitas as vezes, indicada irrigação.

Uma das metas a ser atingida na agricultura irrigada é a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes, especialmente no que tange a distribuição da água aplicada. De modo que a mensuração da variabilidade desta distribuição é fundamental na avaliação do desempenho da irrigação. Conforme Barreto Filho et al. (2000), a uniformidade de aplicação de água trata-se de um parâmetro que caracteriza o sistema de irrigação em função da diferença de volume aplicado ao longo das linhas laterais de gotejo.

A uniformidade de aplicação de água, pode ser expressa por vários coeficientes, dentre eles o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (Araújo Neto et al., 2015), sendo mais frequente o uso do coeficiente de uniformidade de distribuição (López et al., 1992). Sendo assim, a avaliação feita no sistema de irrigação localizada pode evitar problemas como baixa uniformidade e eficiência, obtendo-se assim valores de aplicação aceitáveis (Carvalho et al., 2006). Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação em um sistema de irrigação por gotejo em cultivo de grão-de-bico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Santa Helena de Goiás, no Sudoeste Goiano. A área está localizada a 17°48'49" S e 50°35'49" W, com 595 metros de altitude. De acordo com Alvares et al. (2013), a região tem clima classificado como Aw, a precipitação anual está distribuída em duas estações bem definidas: estação seca ou inverno (maio-outubro) e chuvosa ou verão (novembro-abril), temperatura média 25 C°, de modo que a precipitação total atinge aproximadamente 1500 mm anuais. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argila, típico da região.

O sistema de irrigação por gotejo foi instalado na área após o preparo e a correção da acidez do solo. A coleta de dados deste trabalho foi feita através de copos próprios para o teste de uniformidade. Foram utilizados 16 coletores, um para cada emissor. O tempo determinado foi de três minutos, utilizando – se um cronômetro com precisão de 0,01 s, e as vazões foram medidas em provetas (mL) e convertidas para litros por hora utilizando a equação 1. A metodologia seguida é a proposta por Keller e Karmeli (1975), com 16 pontos e

em cada bloco (4) 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 conforme metodologia da Soil Conservation Service (1968), (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:

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

Em que,

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %

$q_i$  - vazão de cada emissor,  $L h^{-1}$

$q_a$  - vazão média dos emissores,  $L h^{-1}$

n - número de emissores.

A eficiência de aplicação sob irrigação completa segundo Merriam e Keller (1978) 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

Os resultados das vazões dos gotejadores distribuídos ao longo de cada linha lateral avaliada (inicial, 1/3, 2/3, final) estão expressos na Tabela 1, percebe-se que as mesmas variaram de  $2,0 L h^{-1}$  a  $2,52 L h^{-1}$ . Quase todos os valores estão com vazões acima do especificado pelo fabricante ( $2,0 L h^{-1}$ ), sendo assim, a aplicação de água encontra-se acima do recomendado e neste caso, torna-se necessário ajustar a lâmina e o tempo de irrigação de irrigação, o que é feito através dos testes de uniformidade e de eficiência de aplicação.

Santos et al. (2015) citaram que a avaliação dos sistemas de irrigação está diretamente correlacionada a diversos parâmetros no que se refere ao desempenho, como vazão, tempo de irrigação e uniformidade de aplicação de água, nos quais são considerados fundamentais para tomadas de decisões em relação ao diagnóstico do sistema, através da aferição por meio dos coeficientes podendo em alguns casos ocorrer vazões acima do especificado pelo fabricante.

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

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	2,49	2,52	2,40	2,43	2,46
1/3 do comprimento	2,36	2,25	2,08	2,14	2,21
2/3 do comprimento	2,34	2,37	2,39	2,38	2,37
Final	2,30	2,00	2,21	2,2	2,18

Na Tabela 2 encontram-se os valores dos coeficientes CUC, CUD e da EA, nota-se que os valores de CUC e CUD foram respectivamente 99,84 % e 91,37%, conforme a classificação de Bernardo et al. (2009) valores de CUC superiores a 90 % e CUD superiores a 84% são classificados como excelente, sendo que o valor mínimo aceitável do CUC é de 80% em sistema de irrigação localizada por gotejamento. Puig-Bargueset al. (2005) relataram a importância de determinar o valor do CUC e relatam que quanto maior o seu valor, menor será a lâmina de irrigação necessária para se chegar à uma produtividade máxima.

O valor do CUD do sistema de irrigação localizada por gotejamento analisado na cultura do grão de bico encontra-se classificado como excelente segundo classificação proposta por Keller e Karmeli (1974) e Bralts (1986) a quais caracterizam os valores de CUD superiores a 90% (VALNIR JÚNIOR et al., 2012). O CUD é o mais utilizado na avaliação, pois, este possibilita uma medida mais restrita, dando maior peso às plantas que recebem menos água, sendo o mesmo adotado para o cálculo do tempo de irrigação (LÓPEZ et al., 1992); FRIZZONE e DOURADO NETO, 2003). Santos et al. (2015) relataram que a uniformidade de distribuição de água em áreas irrigadas exerce influência direta no manejo, na qualidade, na eficiência bem como no custo da irrigação, assim como o desempenho da cultura no campo. Ainda Santos et al. (2013), citaram que esses valores de uniformidade exprimem o bom dimensionamento hidráulico, isto por que as pressões de serviço no final das linhas laterais se encontram dentro dos limites de operação recomendados pelos fabricantes.

Verificou-se mediante a Tabela 2 que o valor da EA foi de 82,24%, e encontra-se dentro do satisfatório para Keller e Bliesner (1990), que recomendam valores de EA em torno de 80%, já para Bernardo et al. (2009) este valor está abaixo do recomendado (90% a 95%), este fato provavelmente ocorreu devido à baixa pressão do sistema que foi de 7,0 metros de coluna de água, sendo neste caso necessário aumentar a pressão para elevar a eficiência, tendo em vista que o sistema é novo. Santos et al. (2013) relataram que apesar de bons índices de

uniformidade se torna necessário à observação do sistema, às vezes a eficiência de aplicação de água pode se encontra abaixo do recomendado.

**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.

Sistema	CUC (%)	CUD (%)	EA (%)
Gotejamento	99,84	91,37	82,24

## CONCLUSÕES

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** v. 22, p. 711–728, 2013.

ARAÚJO NETO, R. A.; SARMENTO, P. L.; FERREIRA JÚNIOR, R. A.; SILVA, M. B. P.; ROCHA, A. E. Q.; TEODOR, I. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento em cana-de-açúcar. **Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 15-18, 2015.

ARTIAGA, O. P.; SPEHAR, C. R.; BOITEUX, L. S; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.1, p.102-109, 2015.

AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; ROCHA, F. S.; OLIVEIRA, N. L. C.; NASCIMENTO, W. M. Yield of chickpeas sown at different times. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 900-906, 2018a.

AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; PARAÍSO, H. A.; NASCIMENTO, W. M. Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 2, p. 155-164, 2018b.

BARRETO FILHO, A. A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A.; GOMES, E. M. Desempenho de um sistema de irrigação por micro aspersão, instalado a nível de campo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 309-314, 2000.

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

BRAGA, N.R.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. Comportamento de cultivares de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) na microrregião de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.44, n. 255 p.577-591, 1997.

CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R. V.; PEREIRA, J. M. G. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. **Irriga**, v. 11, p. 36 - 46, 2006.

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

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. FAOSTAT. Food and agriculture data. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

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.

HOSKEM, B. C. S.; COSTA, C. A.; NASCIMENTO, W. M.; SANTOS, L. D. T.; MENDES, R. B.; MENEZES, J. B. C. Productivity and quality of chickpea seeds in Northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 3, P. 261-268, 2017.

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

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 Management**, v. 77, n. 1-3, p. 249-262, 2005.

RAO, P. P.; BIRTHAL, P. S.; BHAGAVATULA, S.; BANTILAN, M. C. S. **Chickpea and Pigeon pea Economies in Asia: Facts, Trends, and Outlook**. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Andhra Pradesh, India, 2010, p. 1–76.

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.). **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 7-13, 2015.

SANTOS, C. S. dos.; SANTOS, D. P. DOS; SILVA, P. F. DA.; ALVES, E. DA S.; SANTOS, M. A. L. Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento em pimenta. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 10-16, 2013.

Soil Conservation Service. **National Engineering Handbook**. Washington: Sprinkler Irrigation, Section 15, Chapter 11. 1968, 83p.

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. **In: I Inovagri**, Fortaleza, CE. 2012.