

EFICIÊNCIA E DESEMPENHO DE GOTEJADORES APLICANDO MACRO E MICRONUTRIENTES

L. F. Gomes¹, C. R. Rodrigues², F. N. Cunha³, W. A. Morais⁴, D. K. M. Alves⁵, R. T. Manso⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito de macro e micronutrientes na eficiência de aplicação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento. O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. O delineamento experimental utilizado é em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 3 x 4, com três repetições; sendo o tratamento 1 (molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio), o tratamento 2 (nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco) e o tratamento 3 (sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro) e quatro tempos de funcionamento (200, 400, 600 e 800 h). Foi utilizado um modelo de tubo gotejador com vazão nominal de 2,3 L h⁻¹, diâmetro nominal 16 mm, pressão de operação 100 a 350 kPa e espaçamento entre emissores de 0,5 m. O procedimento para realização da leitura de vazão consistiu da pressurização do sistema, estabilização da pressão em 150 kPa (+/- 5 kPa) no início da linha, posicionamento dos coletores sob os respectivos gotejadores com três segundos de defasagem e retirada dos coletores com a mesma sequência e defasagem de tempo após 5 min de coleta. Depois de tabulados os dados de vazão, foram determinados o coeficiente de uniformidade de Hart e a eficiência padrão da HSPA. A eficiência dos gotejadores é menos influenciada pela aplicação de nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco.

PALAVRAS-CHAVE: sulfato de cobre, cloreto de manganês, distúrbios de vazão

EFFICIENCY AND PERFORMANCE OF DRIPPERS APPLYING MACRO AND MICRONUTRIENTS

¹Mestrando em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: luizfernandoz4@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Ciência do Solo, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: carlos.rodrigues@ifgoiano.edu.br

³Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

⁴Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: wilker.alves.morais@gmail.com

⁵Acadêmica de Engenharia Ambiental, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: daniely_karen@hotmail.com

⁶Acadêmica de Engenharia Ambiental, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: rannaiany@hotmail.com

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of macro and micronutrients on the efficiency of application of a drip irrigation system. The experiment was realized in a greenhouse located in the experimental area of the IFGoiano - Rio Verde Campus. The greenhouse consists of roof of film plastic transparent polyethylene, of 150 microns and closed sides, with screen with 30% interception. The experimental design used randomized block, analyzed in factorial scheme 3 x 4, with three replications; with treatment 1 (ammonium molybdate, magnesium chloride and ammonium sulfate), treatment 2 (calcium nitrate, boric acid and zinc sulphate) and treatment 3 (copper sulphate, manganese chloride and iron sulphate) and four operating times (200, 400, 600 and 800 h). Used a drip tube model with nominal flow of 2.3 L h⁻¹, nominal diameter 16 mm, operating pressure 100 to 350 kPa and spacing between emitters of 0.5 m. The procedure to realization of flow reading consisted in pressurizing the system, stabilization of the pressure at 150 kPa (+/- 5 kPa) at the beginning of the line, positioning the collectors under the respective drippers with three seconds of lag and removing the collectors with the same sequence and lag of time after 5 min of collection. After of tabulated the flow data, were determined the Hart uniformity coefficient and standard HSPA efficiency. The efficiency of the drippers is less influenced by the application of calcium nitrate, boric acid and zinc sulfate.

KEYWORDS: copper sulphate, manganese chloride, flow disturbances

INTRODUÇÃO

A irrigação é o conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo ou no espaço, visando corrigir a distribuição natural das chuvas, proporcionando alcançar a máxima produção (Werneck et al., 2009).

O sistema de irrigação localizada tem como vantagens o controle rigoroso da quantidade de água a ser fornecida para a planta; baixo consumo de energia elétrica; elevada eficiência potencial de aplicação de água; facilidade de distribuição de fertilizantes e outros produtos químicos junto à água de irrigação (Silva et al., 2003).

A uniformidade de aplicação de água tem efeito no rendimento de culturas e é considerada como um dos fatores mais importantes no dimensionamento e operação em sistemas de irrigação (Barreto Filho et al., 2000).

Objetivou-se, assim avaliar o efeito de macro e micronutrientes na eficiência de aplicação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen (2013), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35 °C e as precipitações variam de 1.500 a 1.800 mm anuais.

O delineamento experimental utilizado é em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 3 x 4, com três repetições; sendo o tratamento 1 (molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio), o tratamento 2 (nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco) e o tratamento 3 (sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro) e quatro tempos de funcionamento (200, 400, 600 e 800 h).

Foram aplicados via fertirrigação as seguintes quantidades no tratamento 1: 0,12 g/1000 L de molibdato de amônio, 200 g/1000 L de cloreto de magnésio e 200 g/1000 L de sulfato de amônio; no tratamento 2: 900 g/1000 L de nitrato de cálcio, 1,9 g/1000 L de ácido bórico e 1,15 g/1000 L de sulfato de zinco; no tratamento 3: 0,12 g/1000 L de sulfato de cobre, 4 g/1000 L de cloreto de manganês e 400 g/1000 L de sulfato de ferro.

Foi utilizado um modelo de tubo gotejador com vazão nominal de 2,3 L h⁻¹, diâmetro nominal 16 mm, pressão de operação 100 a 350 kpa e espaçamento entre emissores de 0,5 m.

À entrada das linhas gotejadoras foi instalada uma tomada de pressão, permitindo que a cada medição de vazão a pressão fosse checada e, se necessário, ajustada àquela pré-estabelecida. Para isso, foi utilizado um manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 - 4 Kgf cm⁻². Durante todo o período do ensaio foram realizadas as leituras de temperatura da água no reservatório de captação, com aplicação dos tratamentos com temperatura da água na faixa de 25°C (25°C ± 1°C).

O tempo de injeção dos fertilizantes corresponderam a 2 horas como forma de garantir uma melhor aplicação das fontes de nitrogênio, com base em uma diluição mínima. Para injeção dos fertilizantes no sistema de irrigação optou-se por um injetor Venturi que realizava a sucção do fertilizante depois de dissolvidos em uma caixa reservatório com capacidade para 50 L.

O procedimento para realização da leitura de vazão consistiu da pressurização do sistema, estabilização da pressão em 150 kPa (+/- 5 kPa) no início da linha, posicionamento dos coletores sob os respectivos gotejadores com três segundos de defasagem e retirada dos coletores com a mesma sequência e defasagem de tempo após 5 min de coleta. Foi utilizado o método gravimétrico para a determinação do volume coletado de cada emissor. O monitoramento da vazão dos gotejadores, permitiu a obtenção da vazão média dos gotejadores, utilizando-se a equação 1.

Depois de tabulados os dados de vazão, foram efetuados os cálculos da uniformidade de aplicação de água, conforme as equações 1 a 2.

$$CUH = 100 \left\{ 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi} \left(\frac{S}{\bar{X}} \right)} \right\} \quad (1)$$

$$UDH = 100 \left(1 - 1,27 \frac{S}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

Em que:

CUH - coeficiente de uniformidade de Hart, em %;

UDH - eficiência padrão da HSPA, em %;

\bar{X} = vazão média dos gotejadores, em L h⁻¹;

S = desvio-padrão dos dados de vazão, em L h⁻¹;

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, e em casos de significância, foi realizada a análise de regressão, e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR[®] (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) no tempo de funcionamento de 200 h apresentou diferença significativa entre todos os tratamentos, com destaque para o tratamento 2 onde foi verificada a maior uniformidade, sendo esta de aproximadamente 88% (Tabela 1). No tempo de funcionamento de 400 h o tratamento 3 apresentou o menor CUH, indicando uma diferença de 3 e 6,7%, para os tratamentos 1 e 2, respectivamente; já entre os tratamentos 1 e 2, verificou-se uma diferença de 3,7%.

Bernardo et al. (2006) afirmam que a uniformidade de distribuição do sistema de irrigação tem efeito no rendimento das culturas, sendo considerada um dos fatores mais importantes na operação de sistemas de irrigação.

No tempo de funcionamento de 600 h o tratamento 2 apresentou o maior CUH, indicando uma diferença de 1,9 e 4,9%, para os tratamentos 1 e 3, respectivamente; já entre os tratamentos 1 e 3, observou-se uma diferença de 2,9%.

No tempo de funcionamento de 800 h o tratamento 1 apresentou um CUH intermediário, indicando uma diferença de 2,1 e 2,9%, para os tratamentos 2 e 3, respectivamente; já entre os tratamentos 2 e 3, verificou-se uma diferença de 4,97%.

A eficiência padrão da HSPA (UDH) no tempo de funcionamento de 200 h não apresentou diferença significativa entre os tratamentos 1 e 2, os quais foram 1,2% maior do que o tratamento 3 (Tabela 2). No tempo de funcionamento de 400 h o tratamento 3 apresentou o menor UDH, indicando uma diferença de 2,3 e 4,5%, para os tratamentos 1 e 2, respectivamente; já entre os tratamentos 1 e 2, verificou-se uma diferença de 2,27%.

No tempo de funcionamento de 600 h o tratamento 2 apresentou o maior UDH, indicando uma diferença de 1,7 e 4,5%, para os tratamentos 1 e 3, respectivamente; já entre os tratamentos 1 e 3, observou-se uma diferença de 2,8%.

Cunha et al. (2014) verificaram que os resultados de uniformidade de aplicação de água do método de eficiência padrão da HSPA (UDH) e do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) demonstram maior variação ao longo dos ensaios.

No tempo de funcionamento de 800 h o tratamento 1 apresentou um UDH intermediário, indicando uma diferença de 1,9 e 3%, para os tratamentos 2 e 3, respectivamente; já entre os tratamentos 2 e 3, verificou-se uma diferença de 5%.

O CUH em função do tempo de funcionamento se adequou ao modelo linear para o tratamento 1, 2 e 3, com R^2 de até 97% (Figura 1A). A Figura 1A apresenta o comportamento da uniformidade de aplicação para cada tratamento em função do tempo de funcionamento. Levando em consideração o tempo de funcionamento de 200 e 800 h, observa-se reduções no CUH de aproximadamente 12,2, 12,1 e 12,8%, quando utilizou-se na fertirrigação o tratamento 1, 2 e 3, respectivamente.

O CUH a cada aumento de 200 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 4,1, 4 e 4,3%, quando aplicado via água de irrigação o Tratamento 1 (molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio), Tratamento 2 (nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco) e o Tratamento 3 (sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro), respectivamente.

O UDH em função do tempo de funcionamento se adequou ao modelo linear para o tratamento 1, 2 e 3, com R^2 de até 98% (Figura 1B). A Figura 1B apresenta o comportamento da eficiência padrão da HSPA para cada tratamento em função do tempo de funcionamento. Levando em consideração o tempo de funcionamento de 200 e 800 h, observa-se reduções no UDH de aproximadamente 9,3, 8,3 e 11,1%, quando utilizou-se na fertirrigação o tratamento 1, 2 e 3, respectivamente.

O CUD é mais utilizado na avaliação, pois este possibilita uma medida mais restrita, dando maior peso às plantas que recebem menos água, nesse sentido, o UDH poderia ser mais interessante, por ser mais restrito e também por apresentar uma melhor discriminação, em ampla variação de vazões (López et al., 1992; Frizzone & Dourado Neto, 2003; Cunha et al., 2014).

O UDH a cada aumento de 200 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 3,1, 2,8 e 3,7%, quando aplicado via água de irrigação o Tratamento 1 (molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio), Tratamento 2 (nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco) e o Tratamento 3 (sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro), respectivamente.

CONCLUSÕES

A eficiência dos gotejadores é menos influenciada pela aplicação de nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco.

O coeficiente de uniformidade de Hart e eficiência padrão da HSPA devido a fertirrigação com molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio indica redução intermediário.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; SANTOS, C. C. Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 8, p. 444-454, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Avaliação de sistemas de irrigação. In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de M. (Org.). Irrigação. Piracicaba, SP: FUNEP, 2003. p. 573-651.

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

SILVA, J. G. F. da; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M. Irrigação localizada. In: MIRANDA, J. H. de; PIRES, R. C. de M. (Ed.). Irrigação (Série Engenharia Agrícola). Piracicaba-SP: FUNEP, v. 2, p. 259-309. 2003.

WERNECK, J.E.F., Ferreira, R.S.A. & Christofidis, D. O uso da água para irrigação. Brasília, Brasil. 2009. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>> . Acesso em: 20 fevereiro 2017.

Tabela 1. Coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) em diferentes tempos de funcionamento

Tratamentos	Tempo de funcionamento (h)			
	200	400	600	800
T1	86,93 b	82,74 b	77,12 b	75,22 b
T2	88,30 a	86,42 a	79,10 a	77,30 a
T3	84,73 c	79,71 c	74,24 c	72,33 c

¹Tratamento 1: molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio; Tratamento 2: nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco; e o Tratamento 3: sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro. Médias com a mesma letra minúscula na coluna não indica diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Eficiência padrão da HSPA (UDH) em diferentes tempos de funcionamento

Tratamentos	Tempo de funcionamento (h)			
	200	400	600	800
T1	96,59 a	94,05 b	89,55 b	87,75 b
T2	97,27 a	96,32 a	91,28 a	89,72 a
T3	95,35 b	91,79 c	86,76 c	84,72 c

¹Tratamento 1: molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio; Tratamento 2: nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco; e o Tratamento 3: sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro. Médias com a mesma letra minúscula na coluna não indica diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

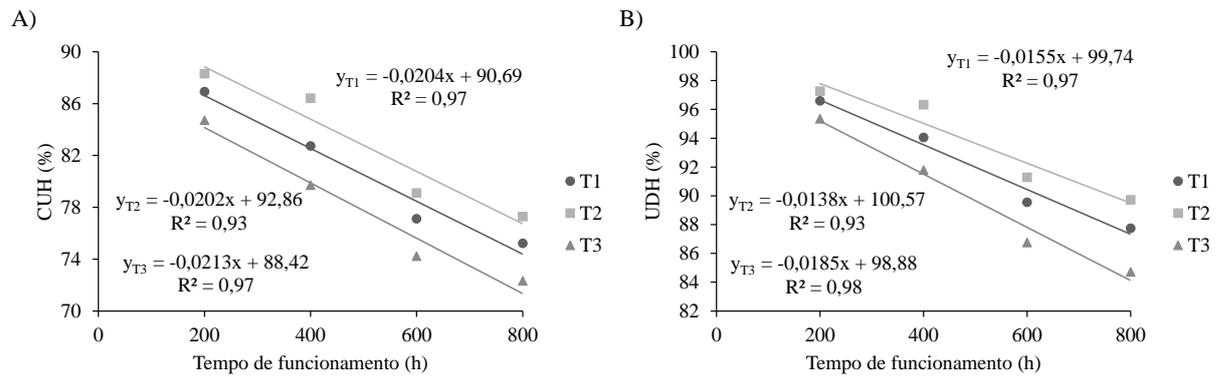


Figura 1. Coeficiente de uniformidade de Hart (A) e eficiência padrão da HSPA (B) em função dos tempos de funcionamento para o Tratamento 1 (molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio), Tratamento 2 (nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco) e o Tratamento 3 (sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro).