



DISTÚRBIOS DE VAZÃO DEVIDO A FERTIRRIGAÇÃO COM MACRO E MICRONUTRIENTES EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

G. S. de Oliveira¹, C. R. Rodrigues², F. N. Cunha³, W. A. Morais⁴, J. K. F. Santos⁵,
F. H. F. Gomes⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência da fertirrigação com macro e micronutrientes em 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, foram determinadas a vazão e a vazão relativa. A fertirrigação com sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro seguido de molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio e de nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco provoca maiores alterações na vazão e na vazão relativa dos emissores.

PALAVRAS-CHAVE: sulfato de ferro, fertilizante, obstrução

¹Acadêmico de Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: gustavosilvadeoliveira147@gmail.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

⁵Mestranda em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: jeniferagro@gmail.com

⁶Mestrando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, e-mail: flaviohenriquefg@hotmail.com

FLOW DISTURBANCES DUE TO FERTIRRIGATION WITH MACRO AND MICRONUTRIENTS IN A LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of fertirrigation with macro and micronutrients in 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 data, were determined the flow and the relative flow. Fertirrigation with copper sulphate, manganese chloride and iron sulfate followed by ammonium molybdate, magnesium chloride and ammonium sulfate and of calcium nitrate, boric acid and zinc sulfate causes major alterations in the flow and the relative flow of the emitters.

KEYWORDS: iron sulphate, fertilizer, obstruction

INTRODUÇÃO

A irrigação na agricultura deve ser entendida não somente como um seguro contra secas, mas como uma técnica que dê condições para que o material genético expresse em campo todo o seu potencial produtivo (Hernandez, 2004).

A irrigação localizada, denominada internacionalmente microirrigação, é a aplicação da água no solo, numa zona restrita ao sistema radicular; a mesma se caracteriza, ainda, pela baixa intensidade e pela alta frequência de aplicação (Rodrigo López et al., 1992; Bernardo et al., 2005).

Um sistema de irrigação localizada bem projetado permite que se obtenham uniformidade de aplicação de água acima de 90%; entretanto, com o seu intensivo uso, observa-se uma diminuição na uniformidade de emissão e um aumento na variação da vazão, ao longo do tempo, ocasionados por diversos fatores (Teixeira, 2006).

Objetivou-se, assim avaliar a influência da fertirrigação com macro e micronutrientes em 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 vazão e da vazão relativa, conforme as equações 1 a 2.

$$q = \frac{P}{1000 t d} 60 \quad (1)$$

$$Q_r = \frac{Q_{x,y}}{Q_i} \quad (2)$$

Em que:

q – vazão do gotejador, L h⁻¹;

Q_r – vazão relativa, %;

Q_{x,y} – vazão de um emissor x num dia y de irrigação, L h⁻¹;

Q_i – vazão desse emissor no primeiro dia de irrigação, L h⁻¹;

P – peso da água coletada, g;

t – tempo de coleta, min e

d – densidade da água utilizada no ensaio, g L⁻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

A vazão no tempo de funcionamento de 200 h se manteve próximo a vazão nominal para todos os tratamentos, entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos 1, 2 e 3. Os tratamentos 1 e 3, no tempo de funcionamento de 400 h apresentaram a menor vazão, com uma diferença de 3,3% em relação ao tratamento 2 (Tabela 1).

Ribeiro et al. (2010) a quantificação da vazão em sistemas de irrigação e/ou do próprio emissor é um parâmetro de extrema confiança para determinação das alterações, principalmente em função do entupimento dos emissores.

No tempo de funcionamento de 600 h não houve diferença significativa na vazão entre os tratamentos 1 e 2, os quais apresentaram os melhores valores de vazão. No tempo de funcionamento de 800 h não houve diferença significativa na vazão entre os tratamentos 1 e 3, os quais apresentaram uma diferença de 3% em relação ao tratamento 2.

A vazão relativa no tempo de funcionamento de 200 h não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, apresentando uma vazão relativa média de aproximadamente 95,7% (Tabela 2). No tempo de funcionamento de 400 h o tratamento 3 apresentou a menor vazão relativa, indicando uma diferença de 2,3 e 5,5%, para os tratamentos 1 e 2, respectivamente; já entre os tratamentos 1 e 2, verificou-se uma diferença de 3,2%.

No tempo de funcionamento de 600 h os tratamentos 1 e 2 apresentaram a maior vazão relativa, indicando uma diferença de 4,5%, para o tratamento 3. No tempo de funcionamento de 800 h o tratamento 1 apresentou uma vazão relativa intermediária, indicando uma diferença de 2,6 e 1,9%, para os tratamentos 2 e 3, respectivamente; já entre os tratamentos 2 e 3, verificou-se uma diferença de 4,5%.

A vazão em função do tempo de funcionamento se adequou ao modelo linear para o tratamento 1, 2 e 3, com R^2 acima de 89% (Figura 1A). A Figura 1A apresenta o comportamento da vazão para cada tratamento em função do tempo de funcionamento. Levando em consideração o tempo de funcionamento de 200 e 800 h, observa-se reduções na vazão de aproximadamente 10,9, 8 e 13,8%, quando utilizou-se na fertirrigação o tratamento 1, 2 e 3, respectivamente.

A deposição do material inicial quando em obstrução parcial tem pouca diferenciação na uniformidade devido à redução de vazão de muitos emissores ainda ser discreta, sendo conseqüentemente mais preponderante para a determinação da obstrução total, pois a vazão neste caso é afetada de forma bastante significativa (Cunha et al., 2014).

A vazão a cada aumento de 200 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 3,6, 2,7 e 4,6%, 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.

A vazão relativa em função do tempo de funcionamento se adequou ao modelo linear para o tratamento 1, 2 e 3, com R^2 acima de 89% (Figura 1B). A Figura 1B apresenta o comportamento da vazão relativa para cada tratamento em função do tempo de funcionamento. Levando em consideração o tempo de funcionamento de 200 e 800 h, observa-se reduções na vazão relativa de aproximadamente 10,4, 9 e 12,4%, quando utilizou-se na fertirrigação o tratamento 1, 2 e 3, respectivamente.

Faria et al. (2004) observaram os maiores níveis de redução de vazão entre todos os modelos avaliados, com valores de vazão relativa variando de 0,31 a 0,67, conseqüentemente no primeiro grupo a redução de vazão foi de 49 e 59%, respectivamente, enquanto para o segundo grupo essa redução foi de 9 e 28%, respectivamente.

A vazão relativa a cada aumento de 200 h no tempo de funcionamento demonstra um decréscimo de 3,5, 3 e 4,1%, 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 fertirrigação com sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro seguido de molibdato de amônio, cloreto de magnésio e de sulfato de amônio e com nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco provoca maiores alterações na vazão e na vazão relativa dos emissores.

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

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 7. ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 2005. 611 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.

FARIA, L. F.; COELHO, R. D.; RESENDE, R. S. Variação de vazão de gotejadores de fluxo normal enterrados na irrigação de café. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.24, n.3, p.589-602, set./dez. 2004.

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

HERNANDEZ, F. B. T. Manejo da irrigação. 2004. Disponível em <<http://www.irrigaterra.com.br/manejo.php>>. Acesso em 28 mar. 2017.

RIBEIRO, P. A. de A.; COELHO, R. D.; TEIXEIRA, M. B. Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidade de água. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.2, p.279-287, mar./abr. 2010.

RODRIGO LÓPEZ, J.; HERNÁNDEZ ABREU, J. M.; PÉREZ REGALADO, A.; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, J. F. Riego localizado. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405p.

TEIXEIRA, M. B. Efeitos de dosagens extremas de cloro e pH na vazão de gotejadores autocompensantes (irrigação localizada). Piracicaba: ESALQ, Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2006. 318 p.

Tabela 1. Vazão em diferentes tempos de funcionamento

Tratamentos	Tempo de funcionamento (h)			
	200	400	600	800
T1	2,20 a	2,13 b	2,04 a	1,97 b
T2	2,21 a	2,20 a	2,07 a	2,03 a
T3	2,19 a	2,08 b	1,94 b	1,92 b

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. Vazão relativa em diferentes tempos de funcionamento

Tratamentos	Tempo de funcionamento (h)			
	200	400	600	800
T1	95,72 a	92,68 b	88,86 a	85,49 b
T2	96,10 a	95,84 a	89,83 a	88,13 a
T3	95,33 a	90,38 c	84,40 b	83,61 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.

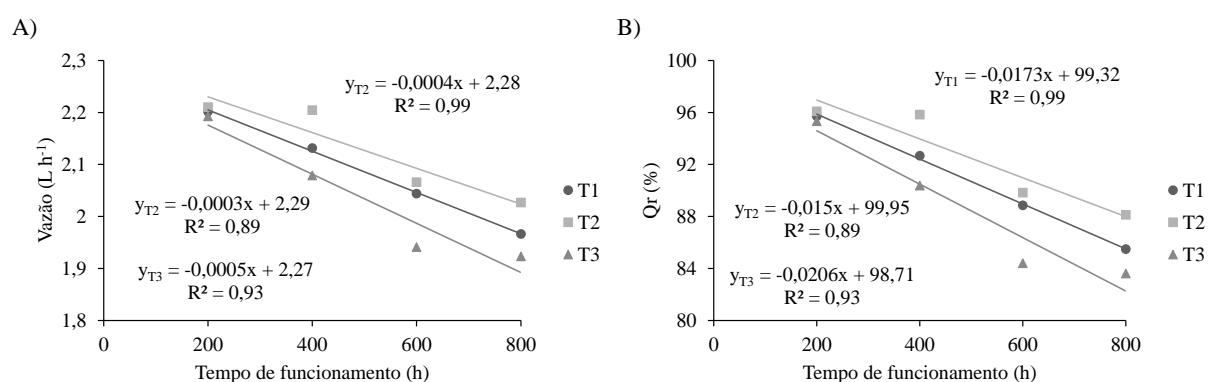


Figura 1. Vazão (A) e vazão relativa (B) em função dos tempos de funcionamento para o Tratamento 1 (molibdato de amônio, cloreto de magnésio e sulfato de amônio), Tratamento 2 (nitrato de cálcio, ácido bórico e sulfato de zinco) e o Tratamento 3 (sulfato de cobre, cloreto de manganês e sulfato de ferro).